



**Universidade de
Aveiro
Ano 2013**

Departamento de Engenharia Civil

**Carlos Jorge
Pereira Gonçalves**

**Construção Modular - Análise Comparativa de
Diversas Soluções**



**Universidade de
Aveiro**
Ano 2013

Departamento de Engenharia Civil

**Carlos Jorge
Pereira Gonçalves**

Construção Modular – Análise Comparativa de Diversas Soluções

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Miguel Nuno Lobato de Sousa Monteiro de Moraes, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e sob a co-orientação científica do Doutor Paulo Barreto Cachim, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Dedico à minha Avó

o júri

Presidente

Professor Doutor Carlos Daniel Borges Coelho

professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Rui Humberto Costa de Fernandes Póvoas

professor associado da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Professor Doutor Miguel Nuno Lobato de Sousa Monteiro Moraes

professor auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Paulo Barreto Cachim

professor associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Gostaria de deixar aqui um voto de agradecimento a todos os que contribuíram para o meu sucesso ao longo do curso e neste trabalho.

À minha Família, em especial aos Meus Pais, ao Meu Irmão e aos Meus Avós, pela oportunidade que me proporcionaram, por todos os sacrifícios que suportaram e pelo apoio incondicional na realização do curso e nesta última etapa.

À Catarina Dobler, por todo o carinho, apoio incondicional e pelo incentivo que demonstrou. Por tudo um Muito Obrigado.

Ao orientador, Professor Doutor Miguel Morais por todo o apoio que me ofereceu ao longo do trabalho, por todos os conhecimentos que me transmitiu durante o mesmo e durante todo o curso mostrando um apoio incondicional e uma grande disponibilidade e por todas as decisões em que me auxiliou.

Ao coorientador Professor Doutor Paulo Cachim por todo o apoio e conhecimento transmitidos durante o trabalho e durante todo o curso.

A todos os Professores da Universidade de Aveiro, em especial ao do Departamento de Engenharia Civil, que contribuíram para a minha chegada até este ponto.

A todas as empresas que estiveram envolvidas neste trabalho, citando: TÉKETO, SIT, MODULAR SYSTEM e LOGIX, e aos colaboradores destas que mostraram sempre disponibilidade e apoio, citando: Eng. Sérgio Ascensão (TÉKETO), Eng. Sérgio Crespo (Sit), Arq. Miguel de Sousa (MODULAR SYSTEM) e ao Eng. Francis Roma (LOGIX).

A todos os meus Amigos e companheiros de curso, por estarem sempre presentes quanto precisei e por todos os bons momentos de companhia e diversão, um Muito Obrigado.

palavras-chave

Construção Modular, análise comparativa, sistema construtivo, construção tradicional, modularidade

Resumo

Nesta dissertação é realizada uma análise comparativa entre vários sistemas de construção modular. É efetuada a comparação entre os sistemas modulares e um sistema de construção tradicional.

Para a análise foi realizada uma pesquisa, de onde foram encontrados vários sistemas modulares. Destes sistemas foram selecionados quatro para uma análise mais elaborada. Esses quatro sistemas têm a particularidade de serem constituídos por diferentes materiais estruturais, aço galvanizado enformado a frio (*Light Steel Framing*), madeira (Glulam), betão e ICFs (*Insulated Concrete Forms*) blocos de EPS com núcleo de betão reforçado com armadura. Foi ainda criado um modelo para a solução de construção tradicional, tendo como base uma das plantas modulares selecionadas. É de referir que todos os modelos selecionados para análise têm áreas idênticas.

Após a seleção são apresentados dois modelos para cada sistema construtivo, um com tipologia T1 e outro T3. Foi realizada uma descrição do processo construtivo, elementos construtivos e dos materiais utilizados. Finalmente são apresentados os orçamentos de cada modelo, assim como o custo por m².

A análise realizada procurou expor alguns aspetos que podem ser preponderantes nos sistemas de construção modular, entre os quais, aspetos económicos, de modularidade, de mão-de-obra, energéticos e de evolução. Esta análise é realizada confrontando os 5 sistemas construtivos.

Das soluções estudadas, a solução construtiva mais dispendiosa em ambas as tipologias é a de estrutura em madeira. Já a mais económica na tipologia T1 é a solução em betão (SIT) e na T3 é a solução ICFs. Em termos de modularidade é a SIT (solução em betão) que apresenta a melhor solução. Ao nível da térmica, e analisando apenas coeficientes de transmissão térmica (U) das envolventes opacas (paredes exteriores e cobertura), a solução que apresenta melhor desempenho, ao nível das paredes exteriores, é a solução ICFs, já ao nível da cobertura é a SIT (solução em betão).

keywords

Modular Construction, comparative analysis, constructive system, traditional construction, modularity.

abstract

This dissertation presents a comparative analysis between several modular construction systems. It is also done a comparison between modular construction systems and a traditional construction system.

A literature review was done to identify several modular systems. From all the systems, four systems were selected for a more elaborated analysis. Those four systems have the particularity of being built with different structural materials: Light Steel Framing, timber (Glulam), concrete and ICFs (Insulated Concrete Forms) polystyrene blocks with a core in concrete with reinforcement. A model with traditional construction system was also studied, based on one of the plans of the selected modular systems. It should be noted that all the models selected for analysis have identical areas.

For each selected system two buildings are presented, one with a T1 typology and other with T3. It is presented a description of the constructive process, constructive elements and materials used. Finally it is presented the budgets for each model, and the cost per square meter.

The analysis tries to expose some aspects that can be prevalent in the modular building systems, including, economic aspects, modularity, labour, energy and the evolution.

From the studied solutions, the most costly in both typologies is the solution with the timber structure. The most economical in the typology T1 is the solution in concrete (SIT) and in the typology T3 is the ICFs solution. In terms of modularity the SIT (concrete solution) is the best solution. At the thermal level and analysing only the coefficient of thermal transmission (U) of the opaque surrounding (exterior wall and roof), the solution that has the best performance at the level of exterior wall is the ICFs solution, while at the level of roof is the SIT (concrete solution).

ÍNDICE GERAL

Índice geral	I
Índice de figuras	III
Índice de tabelas	V
Símbolos e Acrónimos.....	VII
1. Introdução.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Enquadramento do problema.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Estrutura da tese.....	4
2. Construção Modular.....	5
2.1. Construção Modular	5
2.2. Identificação das soluções modulares.....	8
2.2.1. TÉKETO – <i>Light Steel Framing</i>	9
2.2.2. CONCEPT X - <i>Light Steel Framing</i>	13
2.2.3. CENTURY STEEL - <i>Light Steel Framing</i>	15
2.2.3.1. Parelização	15
2.2.3.2. Modular	17
2.2.4. VIROC – <i>Light Steel Framing</i>	18
2.2.5. MODULAR SYSTEM	19
2.2.6. MIMA.....	21
2.2.7. TISEM	24
2.2.8. KINGSPAN - <i>Structural Insulated Panels (SIP's)</i>	26
2.2.9. STEKO	28
2.2.10. SIT modular.....	31
2.2.11. LOGIX - <i>Insulated Concrete Forms (ICFs)</i>	33
2.2.12. “Casa Pronta” (imobiliária ERA)	35
2.3. Resumo das soluções apresentadas.....	37
3. Apresentação dos Modelos T1 e T3	39
3.1. Modelos a analisar	39
3.1.1. Modelos T1.....	40
3.1.1.1. TÉKETO.....	40
3.1.1.2. SIT MODULAR	40
3.1.1.3. MODULAR SYSTEM	41
3.1.1.4. ICFs	41
3.1.1.5. CONSTRUÇÃO TRADICIONAL.....	42
3.1.2. Modelos T3.....	42
3.1.2.1. TÉKETO.....	42
3.1.2.2. SIT MODULAR	42

3.1.2.3.	MODULAR SYSTEM	43
3.1.2.4.	ICFs	44
3.1.2.5.	CONSTRUÇÃO TRADICIONAL.....	44
3.2.	Comparação do tipo de materiais utilizados.....	44
3.2.1.	Comparação das soluções.....	45
3.3.	Descrição dos elementos construtivos das soluções.....	47
3.3.1.	TÉKETO.....	47
3.3.2.	SIT modular.....	50
3.3.3.	MODULAR SYSTEM	52
3.3.4.	ICFs	53
3.3.5.	Construção tradicional.....	54
3.4.	Orçamentação dos modelos	55
4.	Análise dos Modelos	59
5.	Conclusões e Desenvolvimentos Futuros.....	69
5.1.	Conclusões gerais	69
5.2.	Desenvolvimentos futuros	71
	Referências bibliográficas	73
	Anexos	77
	Anexo I – Tabela Resumo das várias soluções.....	79
	Anexo II – Orçamentos TÉKETO.....	83
	Anexo III – Orçamento SIT	89
	Anexo IV – Orçamento MODULAR SYSTEM.....	91
	Anexo V – Orçamento ICFs	93
	Anexo VI – Orçamento construção tradicional	101
	Mercado normal.....	101
	Mercado em recessão.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema do crescimento modular de uma habitação	1
Figura 2.	Duplo perfil em C, utilizado no sistema construtivo da TÉKETO	9
Figura 3.	Montagem de uma estrutura em aço enformado a frio (LSF – Light Steel Framing) (Téketo, 2012c)	10
Figura 4.	Montagem das paredes exteriores (sistema Modiko®) (Téketo, 2012a)	11
Figura 5.	Modelo TÉKETO (Téketo, 2012a)	12
Figura 6.	Evolução de T0 a T4 do modelo EVVO (Téketo, 2012a)	13
Figura 7.	Estrutura em aço galvanizado utilizada pela Concept X (ConceptX, 2012).....	14
Figura 8.	Revestimento exterior da estrutura metálica em OSB (ConceptX, 2009)	14
Figura 9.	Colocação de painel em obra (CenturySteel, 2012c)	16
Figura 10.	Colocação dos módulos Century Steel em obra (CenturySteel, 2012b).....	17
Figura 11.	Modelos F e S da VIROC (VIROC, 2012b)	18
Figura 12.	Maquete de um modelo da tipologia séries (ModularSystem, 2013)	20
Figura 13.	Modelo <i>mobile home</i> (ModularSystem, 2013)	21
Figura 14.	Planta e corte da casa MIMA (MIMA, 2012a)	22
Figura 15.	MIMA House (MIMA, 2012a)	22
Figura 16.	Painel de Parede em madeira lamelada (Tisem, 2012a)	24
Figura 17.	Exemplo de alguns pormenores construtivos da TISEM (Tisem, 2012b).....	25
Figura 18.	Modelos da TISEM (Tisem, 2012a)	26
Figura 19.	Colocação dos painéis em obra (Kpanels, 2012)	27
Figura 20.	Modelo construído com o sistema KINGSPAN	28
Figura 21.	Bloco de madeira maciça da STEKO (STEKO, 2013a)	28
Figura 22.	Peças existentes para construção da estrutura de uma habitação STEKO (STEKO, 2013b)	29
Figura 23.	Processo de montagem com o sistema da STEKO (STEKO, 2013b)	30
Figura 24.	Carga suportada pela estrutura em alguns pontos (STEKO, 2013a)	30
Figura 25.	Imagens de algumas construções onde foi utilizado a solução da STEKO	31
Figura 26.	Dimensões dos módulos fabricados pela SIT (Sit, 2012)	32
Figura 27.	Exemplo dos apoios pontuais em obra, para apoio dos módulos SIT	32
Figura 28.	Modelos T1 e T3 da SIT (Sit, 2012)	33
Figura 29.	Exemplo de um bloco de ICF's (<i>Insulated Concrete Forms</i>) (LOGIX, 2008)	34
Figura 30.	Alguns dos modelos “Standard” disponíveis (ERA, 2012)	36
Figura 31.	Planta do modelo T1 da TÉKETO	40
Figura 32.	Planta do modelo T1 SIT modular	40
Figura 33.	Planta do modelo T1 da MODULAR SYSTEM	41
Figura 34.	Planta do modelo T1 do ICFs e construção tradicional	41
Figura 35.	Planta do modelo T3 da TÉKETO	42
Figura 36.	Planta do modelo T3 da SIT modular	43
Figura 37.	Planta do modelo T3 da MODULAR SYSTEM	43
Figura 38.	Planta do modelo T3 do ICFs e construção tradicional	44
Figura 39.	Elementos diagonais colocados nas paredes e tetos	48
Figura 40.	Corte transversal da laje térrea ventilada utilizada na solução da TÉKETO (Téketo, 2012c)	48
Figura 41.	Corte transversal da cobertura utilizada na solução da TÉKETO (Téketo, 2012c)	49

Figura 42.	Ligação dos painéis exteriores, realizada em EPS grafitado (vista pelo interior)	50
Figura 43.	Corte transversal de um módulo da SIT (Sit, 2012)	51
Figura 44.	Madeira lamelada colada (Glulam)	52
Figura 45.	Base da solução construtiva ICFs	53

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Áreas mínimas dos fogos, exigidas pelo RGEU (RGEU,1951)	39
Tabela 2.	Comparação das soluções	45
Tabela 3.	Custo final de cada modelo s/ IVA	56
Tabela 4.	Valores dos coeficientes de transmissão térmica (U) das várias soluções apresentadas	66
Tabela 5.	Envoltor Opaco - coeficiente de transmissão térmica superficial - valores máximos admissíveis (RCCTE, 2006).....	66
Tabela 6.	Resumo das soluções construtivas modulares	79
Tabela 7.	Orçamento modelo T1 - TÉKETO.....	83
Tabela 8.	Orçamento modelo T3 - TÉKETO.....	86
Tabela 9.	Orçamento modelo T1 - SIT	89
Tabela 10.	Orçamento do modelo T3 - SIT.....	90
Tabela 11.	Orçamento do modelo T1 - MODULAR SYSTEM.....	91
Tabela 12.	Orçamento do modelo T3 - MODULAR SYSTEM.....	92
Tabela 13.	Orçamento do modelo T1 - ICFs	93
Tabela 14.	Orçamento da estrutura em ICFs (T1)	95
Tabela 15.	Orçamento do modelo T3 - ICFs	97
Tabela 16.	Orçamento da estrutura ICFs (T3).....	99
Tabela 17.	Orçamento do modelo T1 - construção tradicional	101
Tabela 18.	Orçamento do modelo T3 - construção tradicional	103
Tabela 19.	Orçamento do modelo T1 - construção tradicional	105
Tabela 20.	Orçamento do modelo T3 - construção tradicional	107

SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

EC2	Eurocódigo 2
EPS	Poliestireno expandido
ETICS	Sistema de isolamento térmico pelo exterior (External Thermal Insulation Composite Systems)
Glulam	Madeira lamelada colada (Glue Laminated Timber)
ICFs	Sistema de cofragem perdida em painéis de EPS (Insulated Concrete Forms)
LSF	Aço enformado a frio (Light Steel Framing)
N_t	Limite máximo para as necessidades nominais globais de energia primária
N_{tc}	Necessidades globais de energia primária
OSB	Aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas (Oriented Strand Board)
p	Porcentagem para o cálculo dos honorários
R	Resistência térmica
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
SIP's	Painel estrutural isolante de sandwich em OSB (Structural Insulated Panels)
U	Coefficiente de transmissão térmica
XPS	Poliestireno extrudido
λ	Condutividade térmica

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório é feita uma breve descrição acerca do conteúdo deste trabalho. É apresentada a motivação para a realização do mesmo, um breve enquadramento do problema e a estrutura da dissertação.

1.1.Motivação

Aliando a atual crise económica à necessidade que os países em crescimento emergente apresentam em adquirir habitações, torna-se fundamental desenvolver métodos de construção e/ou sistemas construtivos, que permitam a diminuição do custo final das habitações, para que estas possam ser adquiridas por um maior número de pessoas e para que o esforço efetuado por estas não seja tão elevado como ocorre na atualidade.

A construção modular veio mostrar que é possível uma diminuição dos custos finais de uma construção habitacional, sem comprometer a sua estabilidade, segurança e conforto. Veio ainda mostrar que tudo isto é viável numa construção mais rápida e eficaz. Para além disto, tem a possibilidade de, no futuro, se poder mover para outro local ou até mesmo acoplar módulos aos existentes, para que se possa efetuar um aumento de área útil, no caso de ser necessário, como por exemplo para casos de aumento do número de familiares (Figura 1).

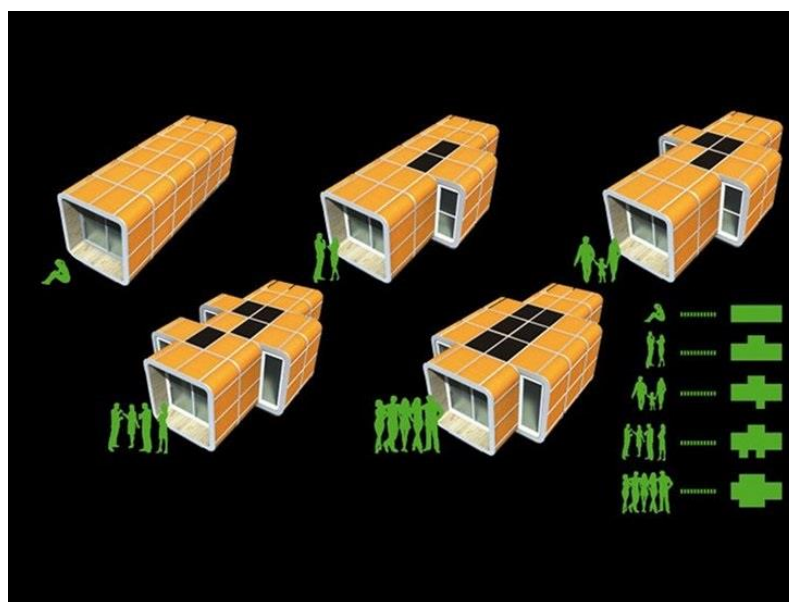


Figura 1. Esquema do crescimento modular de uma habitação

A modularidade das construções, por outro lado, veio também aumentar a qualidade e a durabilidade das estruturas. Deve-se ao facto deste tipo de construção ter um elevado

controlo de qualidade, ainda na fase de construção em fábrica. O uso de materiais com elevada qualidade de isolamento eleva a durabilidade da habitação e a sua qualidade a nível energético e de conforto.

A possibilidade de exportação é um fator a favor deste tipo de construção. Já que esta construção é executada, sua maior parte, em fábrica e transportada para o local de implantação já com um avançado grau de acabamento, permite que a construção modular produza habitações com um elevado potencial de exportação, podendo este ser influenciado pelo método construtivo e volume de transporte. O facto da construção em Portugal estar a passar por uma grave crise, pode ser colmatado com o crescimento da construção modular. Este crescimento pode requerer a incorporação de mão-de-obra nacional para construção de habitações com a finalidade de serem exportadas. E assim é aproveitada a grande capacidade que Portugal possui ao nível da construção.

1.2.Enquadramento do problema

Hoje em dia é urgente solucionar os elevados custos implícitos à construção de habitações, sem que essa solução implique uma diminuição da qualidade e conforto proporcionados ao seu utilizador. Um das soluções é o crescimento da construção modular. Este sistema permite que as habitações sejam adquiridas por um preço reduzido em relação aos praticados na construção tradicional. Essa redução de custo resulta também num aumento da qualidade da construção a vários níveis, como por exemplo, conforto térmico, acústico e durabilidade.

A construção modular visa a possibilidade de construir habitações na sua totalidade em ambiente de fábrica e posteriormente serem transportadas até ao local de implantação. Este fator leva a que exista uma redução no custo final, proporcionado pela redução de mão de obra, um aumento no rigor e na qualidade da construção e uma diminuição no tempo de construção das habitações.

Como as casas modulares são construídas em fábrica, seguem uma linha de montagem, o que permite que exista uma redução final nos custos, apesar de não ser muito acentuada. As suas portas, janelas e paredes são construídas de forma uniforme, em série, com um rendimento maior e com recurso a mão-de-obra menos especializada. Produção com maior rendimento e mão-de-obra menos especializada são fatores que logo à partida indicam uma redução de custos. Adicionando a isto a produção em série, que permite a compra de materiais em grande quantidade, o que sugere uma garantia de menor custo de aquisição (EngenhariaeConstrução, 2012).

Apesar de ainda não existirem dados que o possam confirmar que uma habitação modular fica mais barata que uma de construção tradicional, há quem afirme em condições normais que as habitações modulares têm um custo inferior à construção tradicional, o qual pode variar entre os 15% e 25% (EngenhariaeConstrução, 2012). Com os resultados obtidos nesta dissertação pode afirmar-se que a construção modular apresenta um custo inferior à construção tradicional. Essa variação de custos pode variar entre os 5% e os 20% dependendo das soluções modulares adotadas.

A construção modular apresenta um vasto leque de soluções modulares, assim como um conjunto de materiais que podem ser utilizados a nível da estrutura como o betão, a madeira, o aço e até o granito, sendo este último muito recentemente implantado e por essa situação ainda tenha pouca visibilidade. Tudo isto leva a que a construção modular seja mais viável e venha ganhando terreno junto da sociedade, sendo já vista como uma construção de futuro. Contudo a existência de diferentes soluções pode também implicar diferentes custos e diferentes obrigações por parte do cliente, pois existem módulos que apesar dos elementos estruturais serem construídos em fábrica são montados em obra, podendo esta solução elevar o custo.

A construção tradicional, em betão-armado e alvenaria em tijolo, que já vem desde há largas décadas, tem vindo a evoluir e existem já várias técnicas que permitem uma melhoria ao nível da construção, do conforto, e mesmo até da eficácia energética. Mesmo assim, a construção tradicional apresenta alguns contras. Destes podem ser indicados como os mais condicionantes o tempo de execução e o condicionamento efetuado pelas condições meteorológicas durante a fase de construção, pois pode ser necessário realizar paragens na construção quando as condições climáticas não permitirem a realização de alguns tipos de trabalhos.

Esta dissertação visa comparar entre si algumas soluções modulares e estas com uma solução de construção tradicional, uma vez que o tema é ainda uma questão não muito bem esclarecida nos dias de hoje. Para isso são apresentadas algumas soluções construtivas modulares, selecionadas através de alguns critérios, abordando posteriormente alguns com maior pormenor e fazendo depois a análise.

1.3.Objetivos

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise técnica e económica de diversas soluções de construção modular existentes no mercado atual. Será ainda realizada uma comparação destas soluções modulares com um modelo da solução tradicional.

Após uma pesquisa de várias soluções construtivos existentes da construção modular, serão selecionadas quatro destas soluções e posteriormente serão apresentadas duas opções habitacionais para cada solução, uma T1 e outra T3. Os sistemas construtivos serão alvo de uma análise pormenorizada onde será apresentado o processo construtivo, assim como uma descrição dos materiais constituintes e orçamento. Será ainda realizada uma análise técnica, que tem como intuito comparar os diferentes sistemas construtivos ao nível da capacidade de exportação, construção em altura, tipologia modular, fase de projeto, possibilidade de deslocação, liberdade de criação, conforto térmico e económico.

O modelo construtivo tradicional vai ser concebido com base num dos modelos modulares para que possa ser comparável ao nível das áreas de construção, sendo realizado também um orçamento detalhado com o auxílio do programa CYPE2013 (CYPE2013, 2013).

1.4.Estrutura da tese

Os temas abordados no presente trabalho encontra-se organizados em 5 capítulos: o primeiro capítulo apresenta uma breve introdução sobre os objetivos propostos para o trabalho, assim como uma ligeira nota introdutória sobre o tema. Ainda no primeiro capítulo é referida a motivação para a realização do trabalho e a sua estrutura. No segundo capítulo é apresentada uma introdução sobre a construção modular e sua história, são ainda referenciados alguns sistemas construtivos modulares e não modulares de empresas nacionais e internacionais e é apresentado um quadro com um resumo dos vários sistemas. O capítulo 3 visa apresentar com maior pormenor as soluções selecionadas para análise, sendo para isso apresentado o seu processo construtivo. Ainda neste capítulo são apresentados os orçamentos de todos os modelos a analisar. Já o quarto capítulo tem como objetivo analisar os modelos selecionados a nível técnico e económico. No último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido, dificuldades sentidas e propostas de desenvolvimento futuro.

2. CONSTRUÇÃO MODULAR

O presente capítulo tem como objetivo dar a conhecer a história da construção modular, de um modo breve e com a apresentação dos marcos históricos mais importantes e que mais contribuíram para a expansão deste modo de construção até aos dias de hoje. Visa, ainda, dar a conhecer diversos conceitos relacionados com a construção modular e diversos sistemas construtivos modulares existentes no mercado nacional e internacional, os quais foram selecionados de entre um vasto leque de opções obtidas através de pesquisa realizada na internet. Também neste capítulo é apresentado um quadro comparativo de todos os sistemas modulares apresentados, tendo como fim o esclarecimento a nível estrutural e dos materiais utilizados na construção dos mesmos.

2.1. Construção Modular

A construção modular é um conceito que, como comprova a história, provém já de há alguns séculos atrás. Ao longo de todo este tempo tem vindo a sofrer evoluções, sobretudo relacionadas a fatores sociais e económicos.

Este longo percurso da construção modular pode ser dividido em três etapas (Patinha, 2011):

- dos primórdios da humanidade e das primeiras civilizações humanas até ao início do século XVIII;
- do início do século XVIII até à primeira metade do século XIX (Revolução Industrial);
- da segunda metade do século XIX até aos dias de hoje.

Fazendo referência à última etapa (nos anos 1900), a empresa *Sears Roebuck CO.* vendeu mais de setenta e cinco mil casas pré-fabricadas modulares, mais precisamente entre os anos de 1908 e 1940. Estas eram fornecidas ao cliente através de trinta mil peças, juntamente com um manual de instruções. Após esta grande época de vendas, a mesma empresa sofreu uma repentina queda nas vendas, cerca 40% num ano, queda que se foi mantendo até ao final da II Guerra Mundial. Após o *términus* da guerra, a sua popularidade voltou a aumentar.

Até ao presente, a construção modular tem vindo a evoluir. Muita desta evolução é devida ao aumento da qualidade e inovação dos materiais que se podem utilizar e dos equipamentos de auxílio (ModularConstructionSolutions, 2012).

A construção modular pode ser considerada uma unidade pré-fabricada que é construída em fábrica e transportada depois para o local de construção. Estas unidades podem ser usadas individualmente ou podem ser adicionadas formando construções maiores. Este tipo de construção apresenta um vasto leque de vantagens entre elas uma construção ecológica e rápida, o que pode levar a que num futuro próximo este método de construção se possa sobrepor à construção tradicional.

Relativamente ao método de construção e aos materiais utilizados ao nível estrutural, existem várias soluções para a construção modular, sejam elas em madeira, aço ou betão. O tempo de construção deste tipo de habitações pode variar entre os dez dias e os seis meses, dependendo do sistema modular que é usado, assim como do nível de pré-fabricação do modelo, entre outros aspetos. A construção modular permite que se ergam simultaneamente paredes, pisos, tetos e cobertura, o que na construção tradicional é impossível, pois apenas é possível iniciar uma fase após a conclusão da anterior (Tudo sobre Casas Pré-Fabricadas, 2011).

Este tipo de construção pode ou não apresentar a possibilidade de adição de módulos no futuro, este facto é classificado por Mark Lawson, com as seguintes tipologias (Lawson, 2007):

- sistema modular fechado – este sistema apresenta como principal aspeto a impossibilidade de se adicionar qualquer outro módulo, apresentando por isso elevado grau de padronização. Os módulos poderão ser empilhados;
- sistema modular parcialmente aberto – apresentam semelhança com os anteriores, mas possibilitam a ligação lateral de módulos, possibilitam também a colocação de módulos empilhados;
- sistema aberto – módulos que permitem a ligação de outros módulos em qualquer um dos seus lados. Apresentam por isso um maior número disposições;
- sistema construtivo de elementos modulares – neste sistema o módulo não é definido como uma caixa. Apresenta a denominação de modular porque os elementos são construídos em fábrica e apresentam dimensões padronizadas, que têm como objetivo a rápida montagem em obra;

- sistema misto – apresenta uma junção de alguns dos sistemas anteriormente apresentados.

A construção modular é vista como uma construção do futuro e para referência nessa aposta, são apresentadas um elevado número de vantagens. As quais na maior parte das vezes são apresentadas fazendo um confronto com a construção tradicional. Essas vantagens são apresentadas de seguida:

- custo reduzido pelo facto da sua construção ser realizada em fábrica, e também pela redução de tempo necessário à construção, o que diminui a mão-de-obra e o seu custo, que em muito inflaciona o preço na construção tradicional;
- tempo reduzido de construção;
- prazo de execução entre 1 a 3 meses;
- possibilidade de adicionar mais módulos ao longo do tempo, caso seja necessário, e com maior facilidade;
- a eficiência energética superior, que leva a um menor consumo de energia e consequentemente um menor gasto em despesas;
- todos os aspetos de montagem são controlados em fábrica;
- método construtivo menos sujeito a problemas e defeitos pelo facto de ser normalizado;
- a fixação do preço total da habitação antes do início da obra, não estando posteriormente sujeito a variações de mercado e acréscimos de trabalho;
- possibilidade de construção com condições meteorológicas adversas;
- redução dos resíduos produzidos.

Mas como em todos os sistemas construtivos também este apresenta algumas desvantagens, como por exemplo:

- a possibilidade de não ser obtido financiamento para a construção;
- menor flexibilidade criativa;
- a incapacidade que algumas soluções modulares apresentam na construção em altura;
- a distância entre a fábrica e o local da obra, pois existem riscos e gastos associados ao transporte até ao local de implantação;

- aceitação, o facto de ainda não ser vista por parte da população como uma solução construtiva de futuro.

Um fator importante na aquisição de habitações, para além do preço, é o conforto. No que se refere a este campo, estas apresentam características que muitas das vezes superam a construção tradicional. Este conforto também é possível graças a um vasto leque de materiais, que podem ser usados quer a nível de isolamentos como dos acabamentos e equipamentos a utilizar.

2.2. Identificação das soluções modulares

A evolução da construção leva a que o sistema construtivo modular possa ser executado através de diferentes soluções e com diferentes materiais, tendo sempre o mesmo objetivo e princípio: uma construção rápida, fácil de executar e na sua maioria realizada em fábrica, sendo em muitos casos apenas necessário o transporte dos módulos para o local de implantação. Existem também casos em que apenas os elementos estruturais são construídos em fábrica como é o exemplo do LSF (*Light Steel Framing*) e de algumas construções em madeira.

De seguida, é apresentada uma lista com alguns sistemas construtivos modulares existentes na atualidade, sendo que o critério de composição da mesma tem em conta os materiais utilizados, a inovação no método construtivo e, sempre que possível, a seleção de produtos nacionais. É, ainda, apresentado um modelo em construção tradicional.

- TÉKETO – *Light Steel Framing* (LSF);
- CONCEPT X – *Light Steel Framing* (LSF);
- CENTURY STEEL – *Light steel framing* (LSF) – Painelização ou Modular;
- VIROC – *Light Steel Framing* (LSF);
- MODULAR SYSTEM – construção em madeira;
- MIMA – construção em madeira;
- TISEM – construção em madeira;
- KINGSPAN - *Structural Insulated Panels* (SIP's) – construção em madeira;
- STEKO – construção em madeira;
- SIT modular– construção em betão;
- LOGIX - *Insulated concrete forms* (ICFs) – construção em betão;

- Casa Pronta (ERA) – construção tradicional.

2.2.1. TÉKETO – *Light Steel Framing*

A TÉKETO apresenta um sistema que se baseia numa estrutura porticada de elementos perfilados em aço galvanizado enformados a frio, perfis estes que foram desenvolvidos pelos próprios (Figura 2).



Figura 2. Duplo perfil em C, utilizado no sistema construtivo da TÉKETO

Estes perfis permitem a formação de nós de ligação tridimensionais em qualquer posição do perfil sem recorrer a soldaduras ou qualquer outro tipo de elemento acessório. Neste processo não existem quaisquer paredes estruturais, o que permite uma maior liberdade de criação e futuras remodelações ao nível interior, caso sejam necessárias (Téketo, 2012b).

O sistema Modiko[®] referente às paredes exteriores, assenta numa unidade base de 4200x2100 mm, que dispostas de várias formas permitem a criação de vastas soluções de arquitetura. O facto de os elementos estruturais serem construídos em fábrica, leva a que exista uma padronização das dimensões dos elementos e um elevado rigor no seu fabrico e inspeção. No entanto, a ideia principal é que a construção em fábrica leva a uma redução da mão-de-obra e, como consequência, a uma redução do preço final.

No que diz respeito a paredes interiores, estas são em gesso cartonado auxiliado por estrutura metálica e no interior isolamento acústico. A cobertura pode ser realizada de várias formas sendo que as soluções estão ligadas ao tipo de modelo que é seleccionado. Então, as soluções possíveis são cobertura inclinada ou cobertura plana, sendo que dentro da primeira é apresentada a solução com painel sandwich ou telha cerâmica. Já no caso da segunda, é apresentada cobertura plana transitável, não visitável ou ainda a opção ajardinada.

Esta solução construtiva modular permite a aplicação de qualquer tipo de acabamento tanto a nível interior como exterior. A estrutura é aplicada sobre um ensoleiramento ou sobre estacaria, dependendo da estrutura e do terreno onde esta irá assentar.

Processo Construtivo

Em fábrica são construídos todos os elementos metálicos da estrutura (pilares, vigas e estruturas auxiliares de suporte) de acordo com o projeto de dimensionamento e são ainda concebidas, não na totalidade, as placas referentes às paredes exteriores (sistema Modiko[®]).

No local da obra, o processo construtivo decorre do seguinte modo: como em qualquer obra de construção referente a habitações, também aqui se começa por executar as fundações. Após a preparação do terreno, a fundação a executar para este tipo de construção é uma fundação do tipo ensoleiramento. Esta é constituída por uma tela de impermeabilização, uma manta geotêxtil e uma camada de isolamento térmico em XPS e, posteriormente, é colocada uma camada de betão de regularização.

A montagem dos elementos estruturais (Figura 3) é executada através de ligações aparafusadas. À medida que evolui a montagem, são colocadas diagonais de parede e teto, que fornecem maior estabilidade à estrutura.



Figura 3. Montagem de uma estrutura em aço enformado a frio (LSF – Light Steel Framing) (Téketo, 2012c)

Após a conclusão da montagem do esqueleto da estrutura em aço galvanizado, são colocadas as cofragens, a armadura da laje de piso e tubagens necessárias. De seguida, é betonada a laje aligeirada com blocos perdidos.

Concluída a betonagem, são retirados os painéis de cofragem e inicia-se a montagem dos elementos não estruturais e das vigas de teto, as quais vão servir de suporte para o teto falso e para a estrutura da cobertura. Às vigas de teto são aparafusadas placas de OSB de

12mm, sobre estas são aplicadas placas de XPS de 30mm, para isolamento térmico. De seguida são colocadas as paredes exteriores (sistema Modiko[®]) (Figura 4). São ainda colocadas as platibandas, padiais e peitorais, revestidos por uma camada uniforme de argamassa que permite a obtenção de uma superfície regular e pronta a receber o acabamento.



Figura 4. Montagem das paredes exteriores (sistema Modiko[®]) (Téketo, 2012a)

Na cobertura sobre as placas de XPS são colocadas estruturas de apoio às madres, as caleiras e por fim os painéis de sandwich ou a normal telha cerâmica. Após a colocação do revestimento exterior da cobertura, são efetuados os acabamentos finais, como por exemplo, aplicação de rufos e cumeeiras. São concluídos os acabamentos em paredes exteriores, colocação de uma rede de *nylon* e aplicação de uma argamassa térmica.

As caixilharias e carpintarias são aplicadas após a conclusão da cobertura e das paredes exteriores. Com a habitação fechada, inicia-se a montagem do teto falso para que depois se possa montar as paredes interiores. O teto falso é composto por painéis de gesso cartonado, suportados por ganchos que estão fixados nas vigas de teto. É ainda colocada lã de rocha entre o OSB e as placas de gesso cartonado. Terminada a execução do teto em toda a área interior, são então colocadas as paredes interiores, as quais são constituídas por uma estrutura em aço enformado a frio, a revestir com placa de gesso cartonado de ambos os lados. No interior é colocada lã mineral de alta densidade como isolamento térmico e acústico. Após a montagem das paredes interiores, estas são barradas com uma argamassa e posteriormente pintadas.

Por fim, é colocado todo o tipo de equipamentos solicitados pelo cliente, acabamentos de pisos, carpintarias, arranjos exteriores, instalações sanitárias e ligações à rede (Téketo, 2012c).

Como se pode verificar na Figura 5, o aspeto final exterior e interior das habitações TÉKETO não apresentam diferenças visuais em comparação com as habitações construídas de forma tradicional.



Figura 5. Modelo TÉKETO (Téketo, 2012a)

A TÉKETO apresenta ainda o sistema EVVO que permite um crescimento da habitação sequencial no caso de necessidade futura (Figura 6).

As principais vantagens desta solução são:

- liberdade no projeto de arquitetura e flexibilidade do edifício;
- reduzida carga aplicada sobre as fundações (menos gasto na execução das fundações).



Figura 6. Evolução de T0 a T4 do modelo EVVO (Téketo, 2012a)

2.2.2. CONCEPT X - *Light Steel Framing*

A CONCEPT X possui um sistema construtivo com uma estrutura em LSF (*Light Steel Framing*). Este tipo de construção modular permite a realização de grande parte do trabalho em fábrica, incluindo canalização, tubagens, eletricidade, isolamentos, caixilharias e até revestimentos interiores e exteriores.

Este método construtivo evolui a partir de uma estrutura de aço galvanizado (Figura 7), através de painéis que são utilizados como paredes exteriores e permitem a execução de construções até três pisos sem estruturas auxiliares. A liberdade de criação terá menos importância pois está limitada a modelos já existentes, podendo no entanto ser estudada uma proposta de alteração.

Processo Construtivo

Em fábrica são construídos os elementos em aço leve enformado a frio e os painéis OSB, sendo posteriormente transportados para obra.

Em obra procede-se em primeiro lugar à construção da base da estrutura, sendo de seguida montada a estrutura em aço leve enformado a frio (LSF – *Light Steel Framing*), (Figura 7).



Figura 7. Estrutura em aço galvanizado utilizada pela Concept X (ConceptX, 2012)

As paredes exteriores são executadas com painéis OSB ou contraplacado, isto porque estes materiais apresentam as vantagens de serem não inflamáveis e não absorvem água. Os painéis são aplicados com parafusos autorroscantes na face exterior das paredes (Figura 8).



Figura 8. Revestimento exterior da estrutura metálica em OSB (ConceptX, 2009)

Em seguida, é aplicado uma placa de esferovite de 50mm a 80mm, uma rede de fibra e por fim uma cola de reboco especial com mistura de cimento. Depois, é ainda aplicada uma tinta acrílica texturada. Este tipo de revestimentos é corretamente designado por ETICS.

O interior das paredes interiores e exteriores é preenchido com lã mineral e as placas de gesso cartonado fixadas com parafusos autorroscantes. Todas as canalizações e eletricidade são colocadas no interior das paredes. Em zonas húmidas da habitação (instalações sanitárias e cozinhas) são colocadas placas de gesso cartonado hidrófugo.

A cobertura é executada conforme o seu tipo, inclinada ou plana (não acessível ou acessível), já no pavimento é aplicada uma argamassa que contém um elevado isolamento térmico.

Por último, são realizados os acabamentos de paredes e são concluídas as aplicações de loiças sanitárias e outros equipamentos (ConceptX, 2012).

As principais vantagens que esta solução apresenta são:

- apresenta um maior conforto a nível térmico e acústico;
- consumo de energia é reduzido em 70% em comparação com as casas tradicionais;
- apresenta uma construção ecológica, ou seja, o sistema “*Steel frame*” utiliza 90% de material reciclado.

2.2.3. CENTURY STEEL - *Light Steel Framing*

A CENTURY STEEL possui um sistema de construção que tem origem nos Estados Unidos e ao qual dão o nome de “*steel modular frame*” ou, “*steel panelizations*” e que conta com a colaboração da empresa *Somundy Enterprises*.

As suas construções são efetuadas com paredes de painéis de perfis em aço galvanizado, que possuem a capacidade de suportar estruturas de cobertura ou até mesmo outro piso sem a utilização de estruturas auxiliares. Também a estrutura da cobertura é executada com perfis metálicos em asnas (CenturySteel, 2012a).

A CENTURY STEEL apresenta-nos dois sistemas de construção: o de painelização e o modular. De seguida será efetuada uma breve explicação de cada um desses sistemas.

2.2.3.1. Painelização

No método de painéis, estes são utilizados como paredes estruturais, e permite uma construção até 4 pisos sem a utilização de uma estrutura auxiliar (Figura 9).



Figura 9. Colocação de painel em obra (CenturySteel, 2012c)

Processo construtivo

Os painéis são transportados até ao local de implantação, são ligados entre si, colocam-se as instalações elétricas e hidráulicas e depois os revestimentos. A estrutura desta construção demora entre oito a vinte dias a ser concluída. Para este tipo de construção, as fundações, na maior parte dos casos, são fundações diretas, do tipo ensoleiramento. Apenas em casos muito particulares será necessário outro tipo de fundações. Os painéis das paredes são executados com perfis de chapa de aço galvanizado, perfis em forma de “C”. Estes são aparafusados uns aos outros com parafusos autorroscantes. O fechamento inferior e superior é feito com perfis em “U”, o que dá rigidez à parede. A estrutura que suporta a cobertura, assim como as paredes interiores, também são executadas em perfis de chapa de aço. A modulação básica dos painéis é de 400mm ou 600mm, mas existem painéis com medidas especiais para a utilização em janelas e portas.

As paredes interiores são revestidas com painéis de gesso cartonado, os quais são aparafusados à estrutura com parafusos autorroscantes. As paredes exteriores são revestidas com painéis OSB, aparafusados à estrutura metálica. Depois é aplicada uma barreira de vapor, são fixadas lâminas de vinil, com a utilização de pregos de aço ou uma malha de aço, para rebocos epoxicos. Estas são ainda preenchidas com lã de rocha.

A cobertura é construída com o auxílio de uma estrutura de perfis de aço em asna e sobre esta são fixados painéis OSB. Depois são pregadas telhas asfálticas do tipo “*shingles*”. Também podem ser colocados outro tipo de telhas desde metálicas a cerâmicas. Os beirados possuem forro de lâminas de alumínio perfuradas, juntamente com um respirador executado na cumeeira, que permite a ventilação do vão do telhado.

As instalações elétricas e redes de águas e esgotos são executadas de modo convencional e ficam embutidas em paredes, pavimentos e tetos.

2.2.3.2. Modular

Já no que se refere ao método de módulos, este baseia-se numa estrutura auxiliar em forma de caixa tipo “contentor”, onde os painéis têm a função estrutural e de acabamento. Este método permite que uma avultada parte da construção seja executada em fábrica tal como paredes, tetos, instalações e revestimentos interiores. Após a conclusão dos módulos, estes são transportados para obra e unidos uns aos outros e executados os revestimentos externos e a sua união. O tempo de construção varia entre oito a dezasseis horas.

Processo construtivo

Os módulos são formados por perfis em chapas de aço galvanizado (LSF). Estas são dobradas de modo a que se forme um “C” e formem os painéis autoportantes. Os painéis são encaixados e aparafusados uns aos outros como parafusos autorroscantes. O fechamento inferior e superior é executado com perfis de chapas de aço galvanizado, mas neste caso em “U”, dando mais rigidez à parede. Depois de montados todos os painéis vão formar um módulo idêntico ao da Figura 10.

Relativamente a tipos revestimentos, modo de colocação de paredes interiores, paredes exteriores, cobertura, pavimentos, instalações elétricas e redes de águas e esgotos, estes são similares aos referidos na painelização.



Figura 10. Colocação dos módulos Century Steel em obra (CenturySteel, 2012b)

As principais vantagens desta solução são:

- baixo custo de manutenção;
- transporte fácil para obra;
- fácil substituição dos materiais;
- garantia de 60 anos dos fabricantes dos materiais;
- flexibilidade dos projetos.

2.2.4. VIROC – *Light Steel Framing*

A VIROC apresenta um sistema construtivo de estruturas modulares que permitem uma grande flexibilidade e rapidez de construção, apresentando ainda uma eco-eficiência muito elevada.

A estrutura deste tipo de construção modular é metálica (*Light Steel Framing*), sendo o módulo revestido pelo exterior com painéis de cimento-madeira (VIROC), isolamento térmico, caixa-de-ar e interiormente por placas de gesso cartonado (VIROC, 2012b).

A VIROC Portugal desenvolveu duas linhas de casas modulares, tipo F ou S (Figura 11), sendo que Modular F indica que possui uma cobertura plana e tipo S uma cobertura inclinada.



Figura 11. Modelos F e S da VIROC (VIROC, 2012b)

As soluções que são utilizadas pela VIROC Modular tiveram por base um módulo de 5mx5m, o qual é constituído por uma sala, uma cozinha e uma instalação sanitária (T0). Tanto para a solução modular S como para a F foram desenvolvidas as tipologias T0, T1, T2 e T3. Os módulos T1, T2 e T3 têm como base o módulo T0, ao qual é acoplado lateralmente o módulo dos quartos.

Processo construtivo

A estrutura é realizada em perfis metálicos de aço galvanizado enformado a frio, dando assim forma às paredes que servem de elemento estrutural para suporte da estrutura da cobertura. O revestimento dos pisos é feito com painéis Viroc *floor* com 19mm de espessura, e concluído com um acabamento à escolha.

As paredes que são constituídas pela estrutura metálica referida anteriormente, são revestidas com painéis Viroc de 16mm no lado exterior e 12mm no interior. É ainda colocada entre estes lâ mineral que funciona como isolamento térmico e acústico. As paredes exteriores são revestidas com uma tinta plástica para lhes conferir estanquidade. Já as paredes interiores são envernizadas.

Os tetos são isolados com lâ mineral com função idêntica à da colocada nas paredes e depois são colocados painéis Viroc de 12mm, com acabamento idêntico ao das paredes interiores. A cobertura é realizada com a colocação de painéis Viroc de 16mm que assentam sobre a estrutura metálica de aço enformado a frio, formada pelo conjunto de vigas e madres metálicas. A estrutura servirá ainda de suporte para painéis de poliestireno extrudido XPS, revestidos com um sistema da impermeabilização.

A rede elétrica, de águas e esgotos já vêm instaladas e prontas a ligar à rede.

2.2.5. MODULAR SYSTEM

O MODULAR SYSTEM é uma solução concebida com o objetivo de ser fácil de transportar e rápida de construir.

Esta solução tem como base uma estrutura em madeira lamelada colada que de acordo com a EN1194, se designa por GL28h. Os seus modelos possibilitam a adição e remoção de módulos e ainda a personalização e criação de uma casa que vá ao encontro das preferências e necessidades de cada utilizador.

Os módulos básicos têm as dimensões de 2,50m por 5,80m, existindo a possibilidade de criação de módulos especiais ou ainda projetar casas de raiz.

No que é relacionado com a modularidade, a MODULAR SYSTEM apresenta um conjunto de modelos que são apresentados de seguida.

Modelos (Habitar, 2007):

- séries – XS, S, M, L, XL – configurada a partir dos módulos o preço e o prazo de execução são controlados desde o início do processo (Figura 12).
- base – casas modulares *standard*, possibilidade de o utilizador poder efetuar alterações permitindo um vasto leque de soluções.
- *mobile home* – casas amovíveis que são transportadas já concluídas para o local.
- *nomad* – módulos triangulares de fácil transporte (Figura 13).



Figura 12. Maquete de um modelo da tipologia séries (ModularSystem, 2013)

Processo construtivo

Em fábrica são executados os elementos estruturais em madeira lamelada colada, posteriormente são transportados para obra. Na série *mobile home*, a habitação é transportada para o local já construída na sua totalidade.

Em obra são colocados os apoios de betão ou estacaria de madeira, os quais vão suportar os módulos, os quais têm uma estrutura em madeira lamelada colada. As vigas e pilares são reforçados com conetores metálicos, que são construídos em fábrica e transportados para a obra, onde são sobrelevados do terreno através de distanciadores metálicos.

De seguida são colocados os painéis de OSB + lã mineral + OSB referentes às paredes exteriores, as quais têm um acabamento selecionável de entre os seguintes: sistema ETICS, revestimento em madeira, em ardósia, painéis em aglomerado de cortiça e painéis VIROC.

As paredes interiores são em gesso cartonado e têm o seu interior preenchido com lã mineral. As paredes exteriores são em painéis de fachada compostos por duplo painel OSB, caixa-de-ar e isolamento em lã mineral. O revestimento exterior é aplicado conforme a escolha de entre os possíveis. Os pavimentos são normalmente em madeira, existindo outras opções. O teto *standard* é em contraplacado de madeira ou gesso cartonado.

As instalações estão ocultas e são colocadas na caixa-de-ar das paredes, no teto ou no pavimento. A cobertura é executada em painéis multicamada, com barreira para vapor, lã mineral e impermeabilizante (ModularSystem, 2012). Para além dos revestimentos referidos no processo construtivo existe ainda outros tipos de acabamentos disponíveis. Estas habitações têm a vantagem de apresentar uma estética muito realçável e vistosa.

A produção em série dos componentes permite que o material tenha uma elevada qualidade.

As vantagens que a MODULAR SYSTEM apresenta são:

- materiais e sistemas construtivos de elevada qualidade;
- possibilidade de escolha do número de módulos;
- sistema flexível.



Figura 13. Modelo *mobile home* (ModularSystem, 2013)

2.2.6. MIMA

A MIMA tem como produto de apresentação a casa MIMA que foi premiada com o Archdaily Edifício do Ano 2011.

A casa MIMA é composta por uma estrutura em madeira de pinho lamelado. Possui planta regular de 7,50 x 7,50 metros, o que equivale a uma área bruta da casa de

aproximadamente 57 m². Já a área habitável é de 36 m², delimitados por um quadrado de 6,00 x 6,00 metros com pé direito interno de 2,40 m e uma altura total de 3,00 metros (Figura 14).

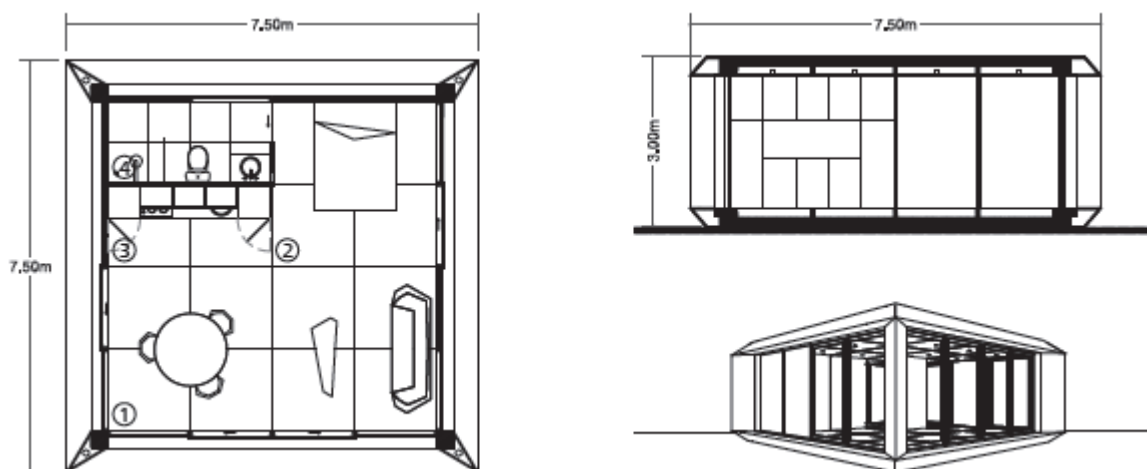


Figura 14. Planta e corte da casa MIMA (MIMA, 2012a)

A casa MIMA (Figura 15) funciona como um organismo vivo pronto a ser alterado em qualquer altura, através de um sistema interior de calhas metálicas permite que se retirem paredes e se coloquem de variadas formas ou até que se obtenha um casa tipo *open space*. Estas são constituídas por dois painéis que permitem ainda a mudança de cor e, consequentemente, a alteração do aspeto interior da habitação. As paredes exteriores também podem ser alteradas: através da adição de painéis podendo-se aumentar a percentagem de parede fechada e o inverso também se pode realizar. Por base, todas as fachadas da casa são envidraçadas (MIMA, 2012b).



Figura 15. MIMA House (MIMA, 2012a)

Processo construtivo

Em fábrica são construídos os módulos em madeira de pinho lamelado, sendo após conclusão transportado em peças até ao local de montagem.

No que diz respeito à construção das fundações, estas são formadas por quatro blocos pré-fabricados de betão, um em cada extremidade do perímetro.

Ao nível da construção, a casa MIMA tem como estrutura principal vigas e pilares em pinho lamelado. As paredes exteriores são em placas de coretech e poliestireno com dimensões (1500 x 2400 x 80 mm), já as paredes interiores são em contraplacado de bétula, com placas de dimensões idênticas às das paredes exteriores. Os tetos e pavimento são em contraplacado de choup, com placas com dimensões (1500 x 1500 x 20 mm). No caso das instalações sanitárias existem algumas mudanças, sendo as paredes exteriores em placas de aglomerado hidrófugo revestido com placa cerâmica. O pavimento e o teto são também em aglomerado hidrófugo, sendo que o primeiro é revestido com placa cerâmica.

As janelas são em caixilharia de alumínio revestidos a madeira, vidro duplo com proteção UV e painéis de revestimento interiores e exteriores em contraplacado marítimo. Todos os elementos de acabamento são painéis de contraplacado com 1,5m de largura. Os restantes materiais de acabamento e cores a utilizar ficam à escolha do cliente.

Na fase de projeto é possível ao cliente escolher a arquitetura interior da habitação. Mesmo assim, depois de concluída a construção, o módulo mantém as capacidades de alteração já referidas.

As instalações que se encontram incluídas são toda a instalação elétrica e ainda a instalação adicional de 16 *spots* de luz fria de baixo consumo e respetivos interruptores. As instalações hidráulicas e canalizações já estão incluídas no módulo e prontas a serem ligadas à rede pública.

O tempo de produção da casa depende em parte da configuração da mesma, mas nunca excederá os dois meses. A média de tempo para a construção é de um mês após a formalização do contrato. A montagem da casa tem uma duração de quatro dias.

O preço aproximado de uma habitação MIMA é de 37.730,00€. O preço corresponde a um módulo já equipado com casa de banho, móvel de cozinha, eletricidade, águas, caixilharia, paredes e acabamentos interiores; trata-se de um modelo de casa pronto a habitar.

Vantagens da casa MIMA:

- Possibilidade de movimentação da habitação;
- Possibilidade de variar a disposição dos compartimentos com exceção à cozinha e casa de banho.

2.2.7. TISEM

A TISEM concebeu uma solução construtiva que tem como base painéis de madeira lamelada colada cruzada (X-LAM), os quais são compostos por camadas de lamelas de pinho coladas em estratos ortogonais, usando 3, 5, 7 ou mais camadas, o que permite que a estrutura se torne monolítica, formando uma estrutura mais resistente às ações horizontais, reduzir a um valor insignificante o empenamento e as variações dimensionais do painel e ainda permite o aumento da rigidez. Estes painéis permitem que paredes, pavimentos ou coberturas sejam executados apenas com um painel (Figura 16), vindo já elaborados de fábrica os cortes de portas ou janelas. Os painéis suportam dimensões até 16,5m de comprimento, 2,95m de largura e 0,50m de espessura (Tisem, 2012c).



Figura 16. Painel de Parede em madeira lamelada (Tisem, 2012a)

Estes painéis permitem que, além das transferências unidirecionais de cargas, que ocorre em vigas e pilares, seja ainda possível transferir cargas de forma bidirecional, comportamento apenas de elementos planos.

Esta solução possibilita que a resistência a ações sísmicas seja maior, pelo facto de existir uma elevada rigidez estrutural, o que leva a uma redução das deformações provocadas por ações horizontais e a forma como as ligações entre painéis são feitas permite uma dissipação de energia proveniente das ações sísmicas. As forças de inércia também são reduzidas já que a estrutura é mais leve. É de assinalar ainda a ausência de pontes térmicas devido à homogeneidade da madeira.

Processo construtivo

Neste sistema construtivo os painéis de paredes e cobertura são construídos em fábrica com dimensões e formas em conformidade com o projeto. São ainda realizadas as aberturas de portas e janelas através de corte por mecanismo CNC. Posteriormente, os painéis são transportados para o local de implantação.

Em obra é construída a base onde assenta a estrutura, a qual é do tipo ensoleiramento. Posteriormente é coordenado o planeamento adequado para a montagem dos painéis. Esta montagem exige alguns conhecimentos por parte das equipa de montagem, pois têm algumas particularidades nas ligações entre os painéis e a base, assim como com os elementos da cobertura, lajes de piso, entre outros elementos. Alguns destes pormenores construtivos podem ser visualizados na Figura 17.

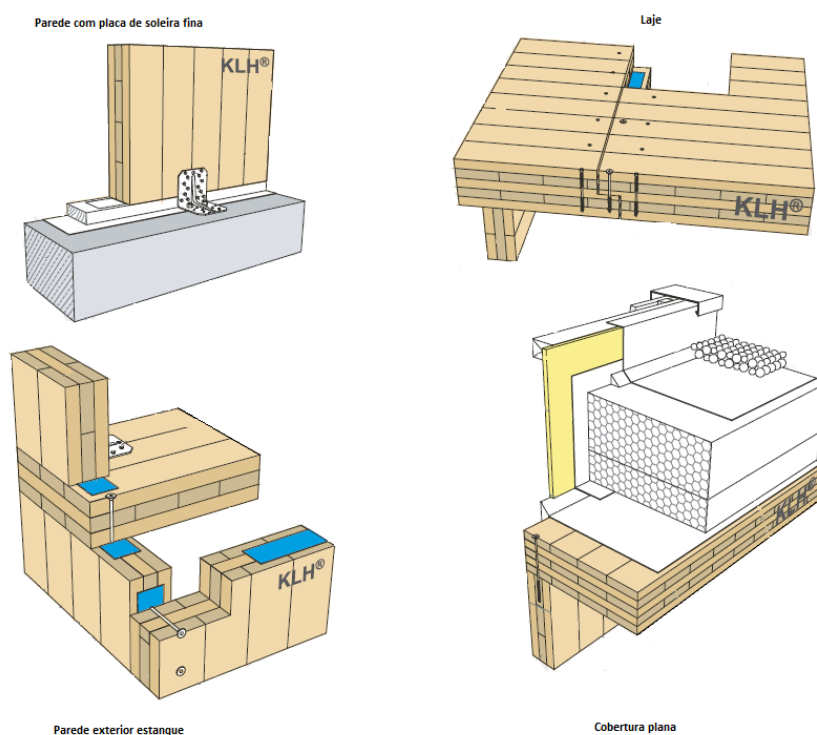


Figura 17. Exemplo de alguns pormenores construtivos da TISEM (Tisem, 2012b)

Após a montagem, são facilmente realizados os roços para a colocação de tubagens, sendo estes realizados por um carpinteiro com um auxílio de uma serra de corte. Terminada a montagem de toda a estrutura, incluindo painéis de cobertura, são então realizados todos os acabamentos.

As vantagens que esta solução apresenta são:

- ganho de área útil devido à esbelteza dos elementos estruturais;
- elevada resistência a ações horizontais;
- elevado conforto térmico.



Figura 18. Modelos da TISEM (Tisem, 2012a)

2.2.8. KINGSPAN - *Structural Insulated Panels* (SIP's)

A KINGSPAN utiliza um sistema construtivo baseado na utilização de painéis SIP's (*Structural Insulated Panels*). Estes painéis apresentam uma espessura de 142mm que compreende duas placas de 15mm de OSB e, entre estas, uma placa de poliuretano de alta densidade de 112mm e têm 1,22m de largura e no máximo 7,45m de comprimento, estes apresentam uma massa volúmica de $0,25\text{kN/m}^2$. É de realçar os valores do coeficiente de transmissão térmica (U) para os modelos deste sistema, valores esses que se situam entre os 0,21 e os $0,10\text{W/m}^2\text{C}$. Os painéis são unidos atrás de um sistema único de isolamento, que minimiza a fuga de ar e proporciona mais uma camada de isolamento (Kingspan, 2009).

Processo construtivo

Este sistema resulta numa estrutura leve, o que permite que as fundações sejam apenas uma base em betão. A laje de piso é formada por uma placa de madeira que é fixa à laje em betão. Os painéis que formam as paredes exteriores permitem o acabamento com um vasto leque de soluções, como por exemplo tijolo, madeira, pedra, entre outros. As paredes

interiores, que são realizadas também em painéis SIP's (Structural Insulated Panels), ao nível dos revestimentos apresentam três hipóteses: placa de gesso aplicada diretamente no painel SIP's, placa de gesso com espaçamento de 19mm ou ainda com espaçamento de 25mm.

Ao nível de pisos superiores, estes são constituídos por vigas de madeira. As madres que suportam a cobertura são em madeira, que suportam painéis SIP's *roof*, painéis que são pré isolados e podem ainda ser revestidos com telhas, zinco ou até mesmo ardósia. Convém que se tenha em atenção que, antes da aplicação de qualquer revestimento, se deve proceder à colocação de uma membrana de poliuretano. Nos casos das portas e janelas, os painéis já vêm cortados de fábrica e ainda é colocada uma peça de madeira para que o isolamento entre as placas não fique visível e não sofra qualquer dano (Figura 19).



Figura 19. Colocação dos painéis em obra (Kpanels, 2012)

O tempo de montagem de uma habitação T4, demora cerca de dez dias com o auxílio de quatro instaladores.

Vantagens que este sistema apresenta:

- Alta eficiência energética;
- Conforto interior superior à construção tradicional com maior área interior.



Figura 20. Modelo construído com o sistema KINGSPAN

2.2.9. STEKO

A empresa suíça STEKO desenvolveu um sistema modular de construção que tem como base módulos normalizados de madeira maciça fabricados industrialmente (Figura 21). Estes blocos são compostos por cinco camadas de madeira maciça colada cruzada em intervalos regulares.



Figura 21. Bloco de madeira maciça da STEKO (STEKO, 2013a)

Este sistema foi concebido com a possibilidade de facilmente ser utilizado em conjunto com um vasto tipo de acabamentos e de matérias ao nível das paredes, pavimento, cobertura, tetos, entre outros. Combina a resistência de uma parede de tijolo com as vantagens de uma estrutura de madeira. As tubagens de gás, hidráulicas e elétricas ficam embutidas nas paredes. Uma habitação com este modelo pode ser construída em dois ou três dias e sem a utilização de argamassa; é também uma construção sustentável, duradoura, segura, estável e

fácil de construir. O enchimento da zona interior pode ser realizado com isolamento de vários tipos, como por exemplo, lã mineral, cortiça ou XPS. Aumenta o conforto térmico e melhora a habitação a nível da qualidade térmica e acústica.

A cobertura é parte integrante da estrutura e as ligações são executadas com conectores. A STEKO tem a particularidade de produzir peças com diferentes comprimentos o que permite ao projetista modular a estrutura para que não seja necessário o corte dos blocos. Existem ainda algumas peças especiais de remate como mostra a Figura 22.

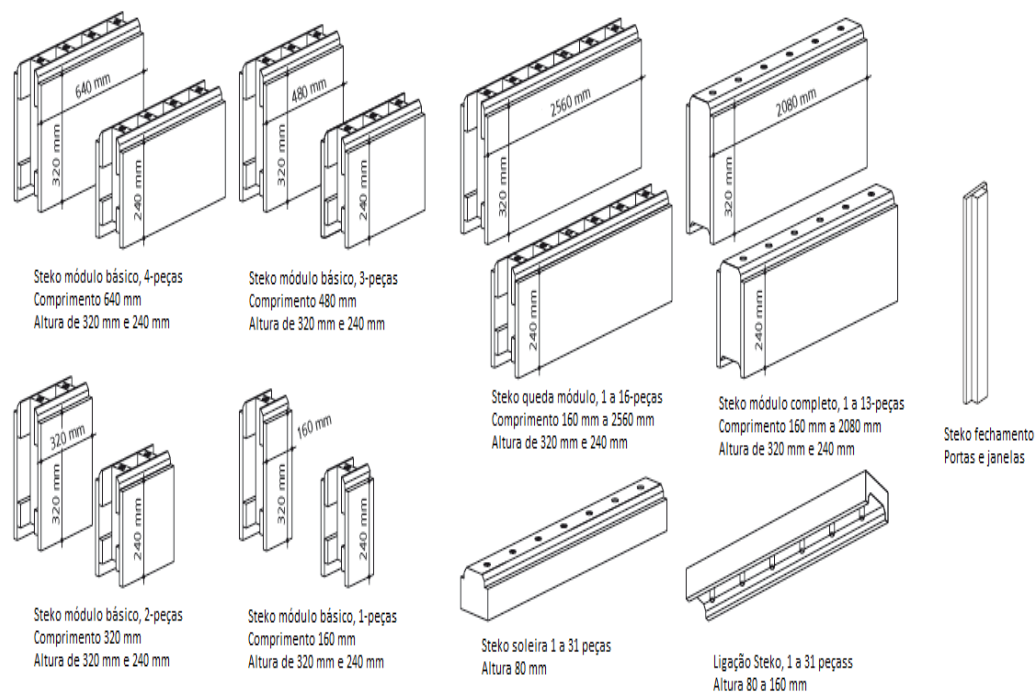


Figura 22. Peças existentes para construção da estrutura de uma habitação STEKO (STEKO, 2013b)

Processo construtivo

O processo construtivo desta solução é muito idêntico à montagem em lego como se pode verificar na figura seguinte (Figura 23).

Quanto às exigências térmicas ao nível das paredes exteriores, com a colocação de um isolamento térmico pelo exterior pode-se conseguir um valor para o coeficiente de transmissão térmica entre os $0,42 \text{ W/m}^2\text{C}$ e os $0,12 \text{ W/m}^2\text{C}$. Em termos acústicos o índice de redução acústica, R_w , varia entre os 31 dB e os 56 dB.

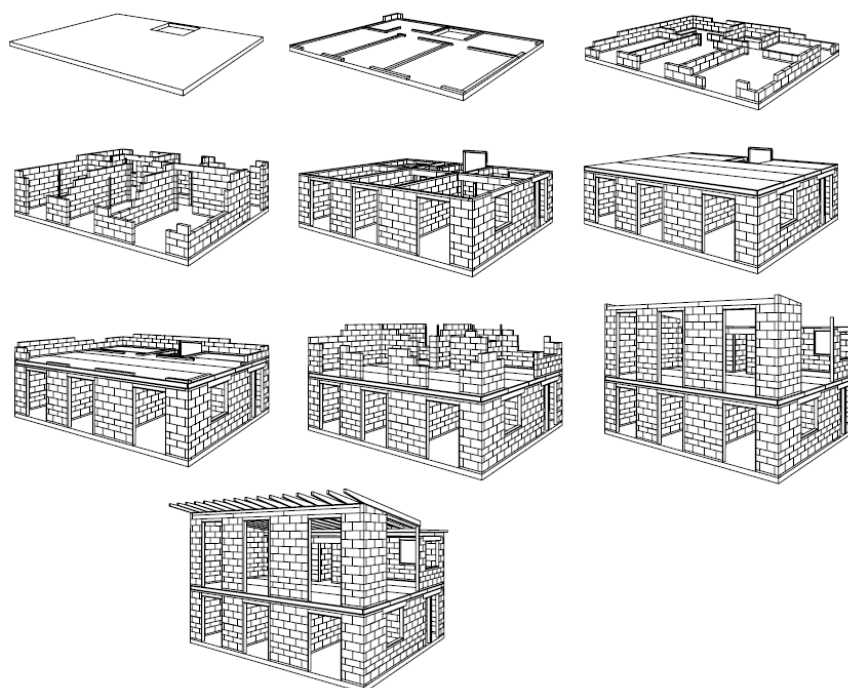


Figura 23. Processo de montagem com o sistema da STEKO (STEKO, 2013b)

A estrutura suporta cargas distribuídas de 128 kN/m ou cargas concentradas de 89,6 kN/m (Figura 24).

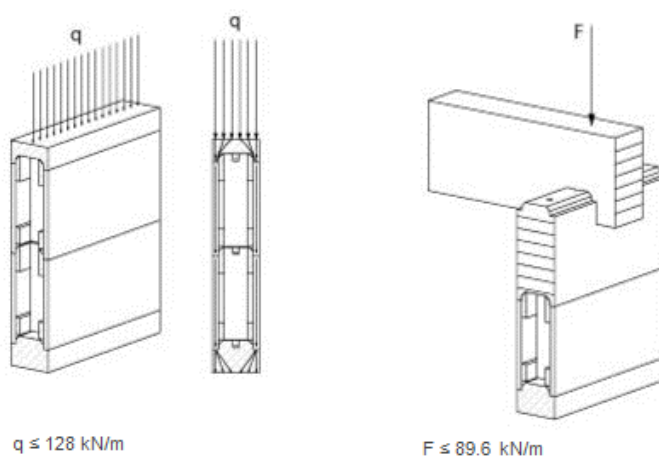


Figura 24. Carga suportada pela estrutura em alguns pontos (STEKO, 2013a)

As vantagens apresentadas por esta solução são:

- Sistema de fácil construção e rapidez;
- Maior eficiência energética;
- Sistema simples de projetar.

Apesar das vantagens descritas anteriormente, este modelo, pelo facto de não ser comercializado diretamente em Portugal e implicar o seu transporte, apresenta a desvantagem de ter um elevado custo. Esse valor ronda os 105 €/m² não incluindo transporte para Portugal. No caso de incluir esse transporte, o valor passa para 120 €/m², o qual pode variar dependendo do método de acabamento selecionado.



Figura 25. Imagens de algumas construções onde foi utilizado a solução da STEKO

2.2.10. SIT modular

A SIT modular desenvolveu um sistema construtivo modular que tem como base uma estrutura em betão reforçado com fibras de vidro e auxiliada por uma estrutura metálica, onde os isolamentos térmicos e acústicos conferem mais resistência, conforto e durabilidade que a construção tradicional.

Esta solução modular tem como base módulos com as dimensões apresentadas na Figura 26.

As paredes exteriores são em betão reforçado com fibra de vidro, também auxiliadas por uma estrutura metálica com função de suporte. As paredes interiores são em gesso cartonado e a cobertura é também em betão reforçado com fibra de vidro, auxiliado por uma estrutura metálica, sendo que interiormente o teto é em gesso cartonado.

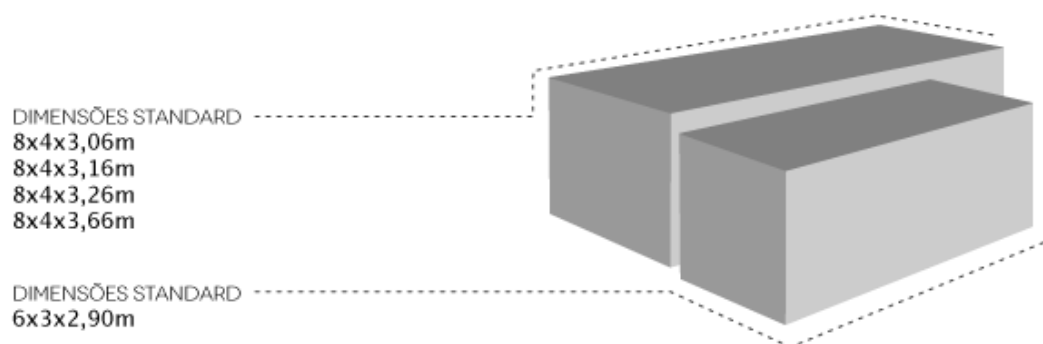


Figura 26. Dimensões dos módulos fabricados pela SIT (Sit, 2012)

Processo construtivo

Os módulos são totalmente produzidos em fábrica, depois são transportados individualmente em camiões até ao local de implantação.

Já em obra são colocados em posição exata definida em planta, com o auxílio de uma auto grua.

A base dos módulos é constituída por uma laje com estrutura mista metálica/betão e placagem superior em VIROC, contendo ainda isolamento térmico em camada contínua de poliuretano expandido de 4cm de espessura média e um revestimento à escolha do cliente. Os módulos em obra são colocados sobre apoios pontuais de betão (Figura 27).



Figura 27. Exemplo dos apoios pontuais em obra, para apoio dos módulos SIT

As paredes exteriores são em betão armado reforçado com fibras de vidro, suportadas por uma estrutura metálica com isolamento térmico em camada contínua de poliuretano expandido de 4cm de espessura média. As paredes interiores são em gesso cartonado.

A cobertura é impermeabilizada superficialmente pelo exterior com membrana plástica, a qual que se sobrepõe a um plano contínuo de betão reforçado com fibra de vidro,

suportada por uma estrutura metálica, é ainda colocado um isolamento térmico em camada contínua de lã mineral com 15cm de espessura média. Ao nível do teto interior são utilizadas placas de gesso cartonado.

Os módulos obtêm um aspeto final idêntico ao dos modelos apresentados na Figura 28.



Figura 28. Modelos T1 e T3 da SIT (Sit, 2012)

As principais vantagens que a SIT apresenta são:

- orçamentos exatos;
- possibilidade de acréscimo de módulos.

2.2.11. LOGIX - *Insulated Concrete Forms* (ICFs)

O ICFs (*Insulated Concrete Forms*) é originário da Alemanha, data dos inícios dos anos 50 e vai ganhando adeptos nos Estados Unidos, Canadá e no Reino Unido. Este sistema constituído por dois painéis em “esferovite”, funciona como cofragem não recuperável e tem a função de isolamento.

Os ICFs são painéis leves formados por camadas de material isolante, normalmente poliestireno expandido, unidos por ligações de aço, plástico ou uma teia integrante do mesmo material isolante, como mostra a Figura 29. Estes permitem a obtenção de um coeficiente de transmissão térmica (U) com valores entre 0,30 w/m²C e os 0,11 w/m²C.

Existem vários modelos de ICFs que têm como principal característica o facto de existirem variações de espessura do núcleo de betão no interior da parede. Os modelos são os seguintes (Association, 2012):

- “Flat” (3ª geração) – o betão apresenta a mesma espessura em toda a área da parede. Aconselhável em zonas de forte intensidade sísmica ou condições meteorológicas agravadas.

- “Waffle Grid” (2ª geração) – cria um padrão tipo nervurada, o que vai levar a uma maior espessura de betão em alguns locais.
- “Post & Beam” ou “screen grid” (1ª geração) – forma colunas verticais e horizontais de betão. As áreas dentro da grade são de isolamento sólido, aumentando o valor do coeficiente de transmissão térmico (U), mas diminuindo a resistência ao fogo da parede.

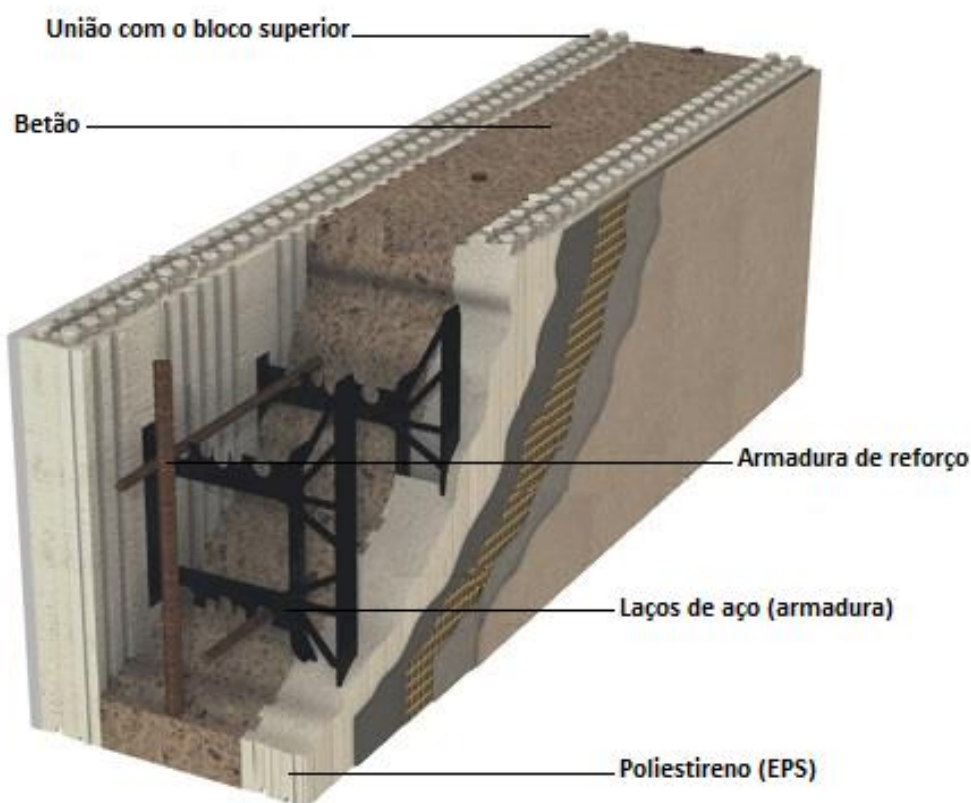


Figura 29. Exemplo de um bloco de ICF's (*Insulated Concrete Forms*) (LOGIX, 2008)

A LOGIX utiliza este método para construção de habitações. Os seus blocos são constituídos por painéis poliestireno expandido (EPS) em conjunto com uma rede de polipropileno de alta densidade. Apresentam espessuras que variam entre os 70 mm e os 203 mm. As dimensões dos blocos são de 1220 mm de comprimento por 406 mm de altura. A espessura do núcleo de betão encontra-se entre os 102 mm e os 305 mm. As redes são concebidas para que possam servir de reforço ao aço em alguns locais, antes da betonagem, funcionando ainda como ponto de fixação para o material de acabamento das paredes (LOGIX, 2008).

Processo construtivo

Este modelo tem a particularidade de não necessitar de fundações superficiais. O primeiro passo do processo construtivo é o nivelamento do terreno e posterior construção dos apoios das paredes exteriores e interiores, sendo estes uma base de betão com espessura de cerca de 200 mm ou menos. Depois segue-se a colocação dos blocos para formar as paredes exteriores e interiores, deve ser montado por linhas, ou seja nunca colocar blocos na segunda linha sem terminar a primeira. Após toda a montagem de paredes, são colocados os varões de aço que se destinam a reforçar as paredes. Antes de se proceder à betonagem, é necessário colocar o escoramento nas paredes e então posteriormente procede-se à betonagem. De seguida, é realizada a preparação e nivelamento do piso inferior assim como a sua betonagem. Após a secagem deste, procede-se à construção da laje superior, podendo esta ser executada de diversas formas.

Terminada a construção da laje são realizados os roços para as instalações elétricas e de águas e são realizadas as devidas instalações. Posteriormente são realizados os acabamentos exteriores das paredes e cobertura, sendo posteriormente realizados os acabamentos interiores e restantes arranjos necessários.

Vantagens da utilização do sistema ICFs:

- Construção rápida e em betão;
- comportamento monolítico da estrutura permite uma boa resposta sísmica.

2.2.12. “Casa Pronta” (imobiliária ERA)

A imobiliária ERA criou um modelo que se baseia na construção de habitações de forma tradicional que dá pelo nome de “Casa Pronta” e em que disponibiliza aos seus clientes um vasto número de projetos de habitação que podem ser selecionados para construção.

Este projeto da imobiliária ERA inclui dois modelos que englobam os projetos, um modelo “*Standard*” (Figura 30) que inclui habitações de linhas modernas e tradicionais com um vasto leque de possibilidades de escolha de acabamentos, e que apresentam uma boa relação preço/qualidade, podendo-se dizer que é o modelo económico das habitações e o modelo “*Casas Prime*” que apresenta um custo mais elevado, custo este que está relacionado com a qualidade dos projetos e com os acabamentos.



Figura 30. Alguns dos modelos “Standard” disponíveis (ERA, 2012)

Este projeto possibilita o serviço chave na mão, o que permite aos clientes colocar um pouco de lado as questões burocráticas ligadas ao licenciamento da habitação. Tal é possível já que esta trata de todas as questões desde o início do licenciamento à conclusão da obra totalmente pronta. Sendo que após o licenciamento é garantida a conclusão da obra num prazo máximo de doze meses, possibilitando ainda o acompanhamento da mesma através da internet.

Processo construtivo

O processo construtivo desta solução é idêntico ao da construção tradicional. Sendo em primeiro lugar construídas as fundações, do tipo superficiais e em betão armado, de seguida é construída a laje de piso do tipo aligeirada, com vigotas e abobadilha cerâmica, terminada a sua betonagem é esperado algum tempo até se colocar as armaduras de pilares e de posteriormente se proceder à betonagem.

De seguida são construídas as paredes exteriores em alvenaria de tijolo furado e posteriormente são colocadas as armaduras para vigas da cobertura e as vigotas e abobadilhas da laje de cobertura, sendo depois betonada. Posteriormente constroem-se as paredes interiores, e rebocam-se as paredes exteriores e interiores. São colocadas as caixilharias e ferragens. E por fim são realizados os restantes acabamentos.

As vantagens que esta solução apresenta são:

- A imobiliária trata de todas as burocracias necessárias à construção;
- Conceito chave na mão.

2.3. Resumo das soluções apresentadas

Neste subcapítulo é apresentado um breve resumo das soluções construtivas anteriormente apresentadas e são ainda indicados os motivos da seleção dos modelos a analisar no próximo capítulo.

O resumo é apresentado na Tabela 6 que se encontra no ANEXO I e na qual estão resumidos os seguintes itens:

- tipo de estrutura;
- tipo de fundações;
- tipos de revestimentos;
- tipo de solução;
- número de pisos possíveis de realizar;
- preço por m²;
- duração da construção.

As soluções construtivas apresentadas anteriormente têm a particularidade de entre elas englobarem diversas formas de construção modular, assim como estruturalmente serem constituídas por diferentes materiais.

De todas as soluções construtivas apresentadas, foram selecionados 4 para que sejam analisados dois modelos de cada nos capítulos seguintes. As soluções selecionadas foram a TÉKETO, SIT, MODULAR SYSTEM e ICFs. Esta seleção teve como critério o facto de cada umas das soluções anteriores ser estruturalmente constituídas por materiais diferente, TÉKETO (aço), SIT (betão), MODULAR SYSTREM (madeira) e ICFs (blocos de EPS). Para além deste critério, o facto dos processos construtivos apresentarem algumas diferenças ao nível da conceção e da quantidade de trabalhos realizados em fábrica e em obra. A solução construtiva do ICFs, não sendo uma solução construtiva modular, deve a sua seleção a um sistema inovador, pouco conhecido no país e o qual foi visto como uma solução construtiva de fácil integração na sociedade. Foram ainda concebidos dois modelos em solução construtiva tradicional para posteriormente comparar com as soluções modulares e ICFs.

3. APRESENTAÇÃO DOS MODELOS T1 E T3

O presente capítulo visa a apresentação e descrição dos modelos de cada solução construtiva selecionada para análise, com vista à realização de uma comparação a nível económico e técnico das várias soluções. Ainda neste capítulo são apresentados os orçamentos para cada modelo e uma tabela, com o objetivo de estabelecer uma comparação entre os diferentes acabamentos utilizados por cada modelo.

Os modelos das soluções construtivas modulares TÉKETO, SIT modular e MODULAR SYSTEM foram fornecidos pelas próprias empresas. Os modelos da construção tradicional e ICFs foram criados e têm como base as plantas dos modelos da TÉKETO, existindo alterações em alguns aspetos construtivos, que se devem ao facto de existir diferenças no tipo de material utilizado para a construção da estrutura.

3.1. Modelos a analisar

As soluções construtivas que vão ser analisadas de seguida são modelos da tipologia T1 e T3. A sua escolha deve-se ao facto de serem as tipologias mais correntes nos dias de hoje e as mais adaptáveis à construção modular. Foi ainda imposto que os mesmos modelos tivessem áreas superiores a 52 m² no caso dos T1, e 91 m² no caso dos T3. Esta restrição de áreas foi motivada pelo artigo 67º (Decreto-Lei nº 650/75, de 18 de Novembro) do RGEU (RGEU, 1951) que obriga através dos valores da Tabela 1 a que as tipologias T1 e T3 tenham no mínimo as áreas já referenciadas. Foram então pesquisados modelos das soluções modulares a analisar que se aproximassem dessas áreas.

Tabela 1. Áreas mínimas dos fogos, exigidas pelo RGEU (RGEU, 1951)

Área bruta em metros quadrados	Tipos de fogo							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Tx > 6
	35	52	72	91	105	122	134	1,6 x Ah

De seguida são apresentados dez modelos, cinco T1 e cinco T3. Obtendo-se assim dois modelos para cada solução, duas TÉKETO, duas SIT modular, duas MODULAR SYSTEM, duas ICFs e duas da construção tradicional.

3.1.1. Modelos T1

3.1.1.1. TÉKETO

O T1 TÉKETO tem uma área de implantação de 72 m², onde está incluído um quarto, uma sala/kitchenette, uma instalação sanitária e uma zona de circulação (Figura 31).

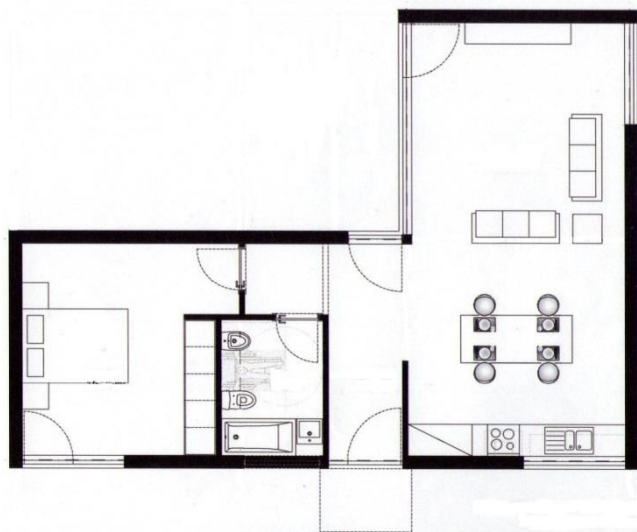


Figura 31. Planta do modelo T1 da TÉKETO

3.1.1.2. SIT MODULAR

O T1 da SIT modular tem uma área de implantação de 72,8 m², como os mesmos compartimentos apresentados pelo modelo da TÉKETO, embora dispostos de modo distinto e com áreas úteis diferentes (Figura 32).

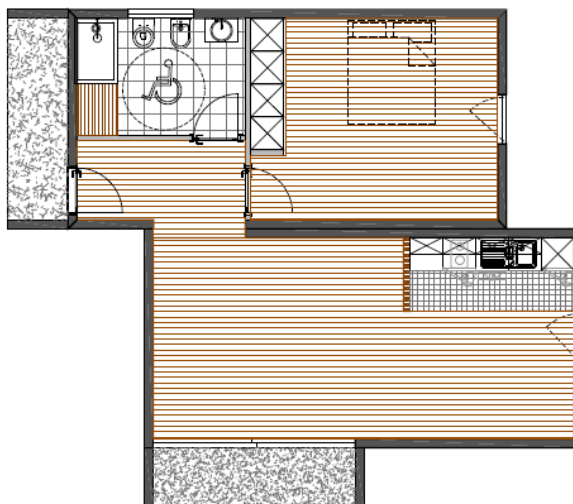


Figura 32. Planta do modelo T1 SIT modular

3.1.1.3. MODULAR SYSTEM

O modelo seguinte apresentado pela MODULAR SYSTEM tem uma área total de 66,7 m² que tem um quarto, uma instalação sanitária, sala comum (inclui kitchenette) e um arrumo (Figura 33).

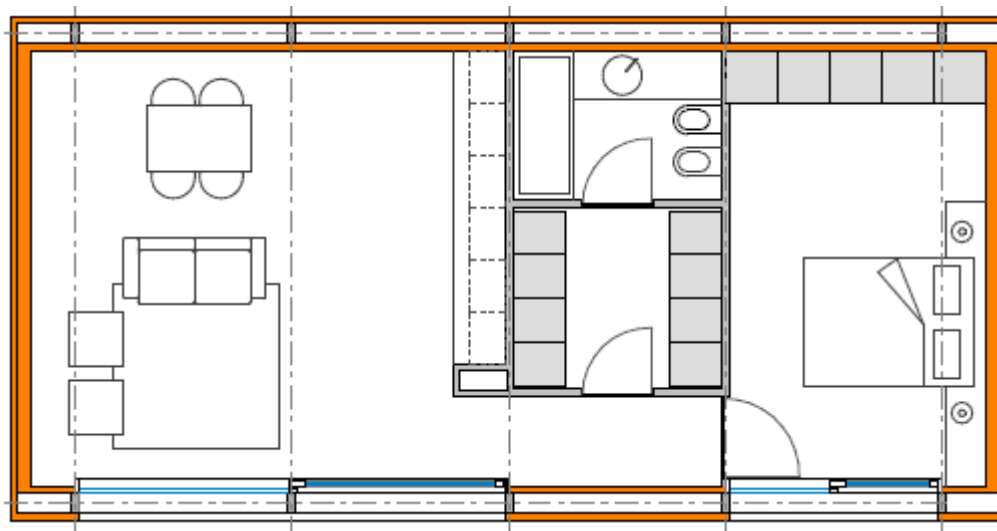


Figura 33. Planta do modelo T1 da MODULAR SYSTEM

3.1.1.4. ICFs

O T1 deste sistema construtivo tem como base o modelo da TÉKETO, apresentando a mesma área de implantação e disposição dos compartimentos. Este apenas difere nas espessuras de paredes exteriores e interiores e em alguns métodos de construção utilizados (Figura 34).

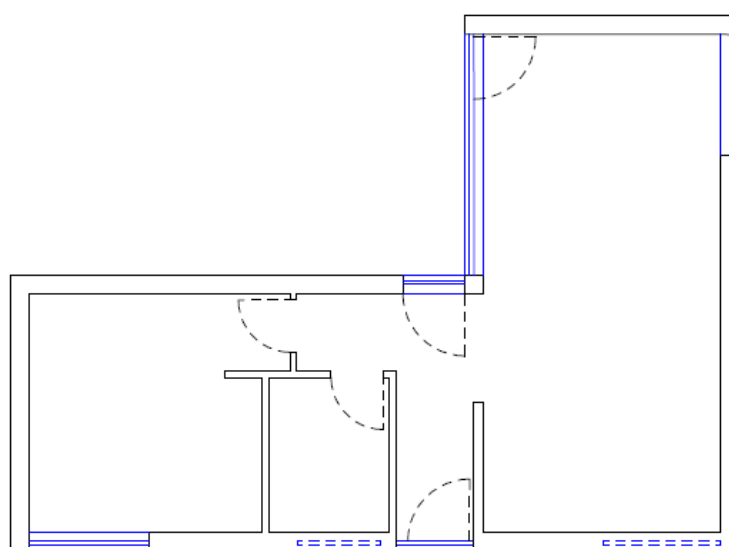


Figura 34. Planta do modelo T1 do ICFs e construção tradicional

3.1.1.5. CONSTRUÇÃO TRADICIONAL

Assim como o modelo ICFs, também este modelo foi criado tendo como base o modelo T1 da TÉKETO (Figura 34). As únicas alterações efetuadas estão presentes em paredes exteriores e interiores e em um ou outro processo construtivo. O modelo foi devidamente pré-dimensionado de acordo com o Eurocódigo 2 (EN 1992-1-1, 2010), sendo realizado também um pré-dimensionamento para as fundações da estrutura.

3.1.2. Modelos T3

3.1.2.1. TÉKETO

Este modelo T3 tem uma área de implantação de 122 m² e apresenta dois quartos, uma suíte, uma sala/kitchenette, duas instalações sanitárias e zona de circulação (Figura 35).



Figura 35. Planta do modelo T3 da TÉKETO

3.1.2.2. SIT MODULAR

A SIT modular apresenta um T3 com 128 m², que tem três quartos, uma sala, uma cozinha, duas instalações sanitárias e zona de circulação (Figura 36).

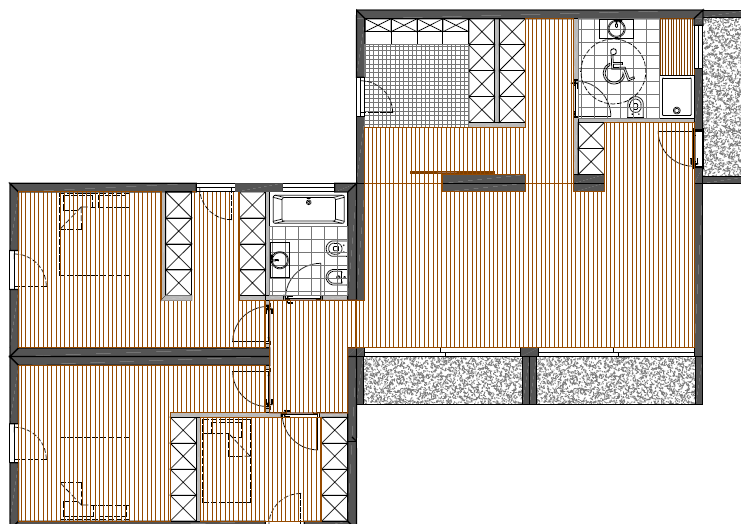


Figura 36. Planta do modelo T3 da SIT modular

3.1.2.3. MODULAR SYSTEM

O modelo T3 da MODULAR SYSTEM, (Figura 37), é composto por dois módulos de dimensões distintas que estão unidos por um *hall*, o módulo de maiores dimensões apresenta dois quartos, uma suite e uma instalação sanitária, já no módulo de menores dimensões estão fixadas uma sala e uma *kitchenette*. A área total deste modelo é de 125,15 m².

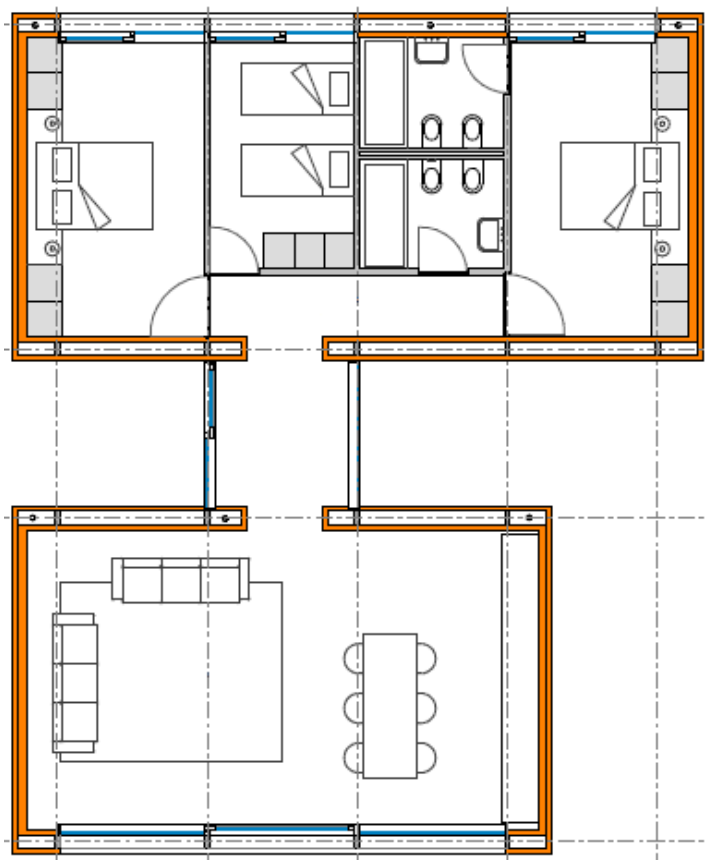


Figura 37. Planta do modelo T3 da MODULAR SYSTEM

3.1.2.4. ICFs

O modelo T3 em ICFs baseia-se no modelo T3 da TÉKETO apresentado alterações nas espessuras de paredes interiores e exteriores e em alguns processos construtivos (Figura 38).

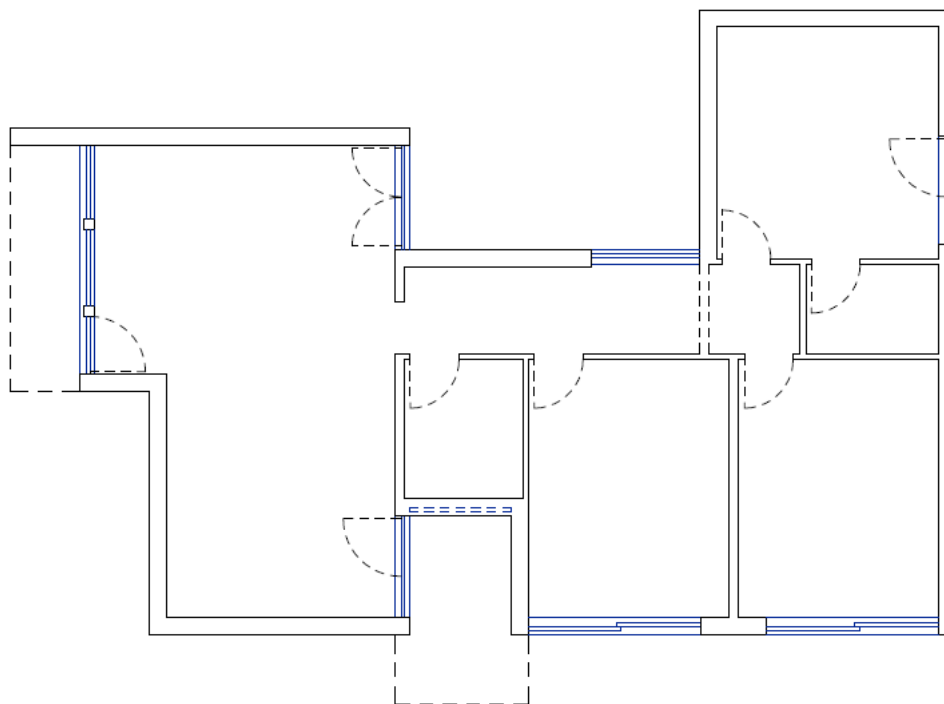


Figura 38. Planta do modelo T3 do ICFs e construção tradicional

3.1.2.5. CONSTRUÇÃO TRADICIONAL

O modelo que é apresentado para este sistema construtivo tem como base o modelo T3 da TÉKETO, ostentando alterações em alguns método construtivo e em alguns processos construtivos (Figura 38). Assim como o modelo T1, também este foi devidamente pré-dimensionado.

3.2.Comparação do tipo de materiais utilizados

A Tabela 2 apresenta as características de cada sistema construtivo, os materiais e soluções apresentadas são iguais para as duas tipologias a analisar.

A Tabela 2 encontra-se dividida por elementos estruturais entre os quais, base, parede exterior, parede interior, cobertura, pisos, caixilharias e outros, estes encontram-se ainda divididos por funções.

3.2.1. Comparação das soluções

Tabela 2. Comparação das soluções

	Função	Construção tradicional	ICFs	TÉKETO	SIT modular	MODULAR SYSTEM
Base	Fundação	Sapatas isoladas	Ensoleiramento (manta geotêxtil + manta geotêxtil + blocos cupolex + 10 cm de betão + malhasol de 5 cm)	Ensoleiramento (manta geotêxtil + manta geotêxtil + blocos cupolex + 10 cm de betão + malhasol de 5 cm)	Módulos apoiados em blocos pontuais de betão.	Blocos pontuais de betão.
	Laje de piso	Laje térrea ventilada			Laje aligeirada composta por vigas estruturais em betão alternadas com blocos de isolamento em EPS	Estrutura em glulam sobrelevada
	Isolamento	XPS 3 cm			EPS 14 cm (blocos)	Lã de rocha 5 cm
Parede Exterior	Suporte	Bloco térmico de 20 cm de espessura	Betão ≈ 16 cm espessura	MODIKO – estrutura porticada constituída por perfis de aço galvanizado enformado a frio + chapa metálica	Betão reforçado com fibra de vidro + estrutura metálica de suporte	Estrutura em glulam + painel sandwich OSB + lã de rocha 5 cm+ OSB
	Acabamento exterior	Sistema ETICS			Pintada a tinta de água, cor branco mate	Fachada ventilada glulam 3,5 cm + caixa-de-ar 3,5 cm
	Acabamento interior	Reboco tradicional com aproximadamente 2 cm de espessura + pintura a tinta de água	Placas de gesso cartonado coladas	Sistema “Knauf” gesso cartonado	Pintura a tinta de água	Sistema “Knauf” gesso cartonado placa dupla
	Isolamento	EPS 6 cm (do sistema ETICS)	EPS 7+7 cm (exterior/interior)	EPS 6 cm (do sistema ETICS) + lã mineral 6 cm	10 cm de lã mineral	Lã de rocha 5 cm no painel sandwich + lã de rocha no sistema “Knauf” 4 cm
Parede Interior	Suporte	Tijolo de 11 cm de espessura	Estrutura metálica de perfilaria em aço galvanizado adequada ao suporte de placas de gesso			
	Acabamento	Reboco tradicional de 2 cm em cada face + pintura a tinta de água	Placas de gesso cartonado 1,5 cm + barramento geral + pintura com tinta de água		Placas de gesso cartonado (placa dupla) + barramento geral + pintura com tinta de água	Gesso cartonado pintado ou contraplacado

	Função	Construção tradicional	ICFs	TÉKETO	SIT modular	MODULAR SYSTEM
	Acabamento (WC, Cozinha)	Revestimento cerâmico				
	Isolamento	-	6 cm de lã mineral	6 cm de lã mineral	5 cm de lã mineral	4 cm de lã de rocha
Cobertura	Suporte	Laje de vigotas com abobadilha cerâmica		Estrutura metálica + Placa OSB com 1,2 cm de espessura	Placa de betão reforçado com fibra de vidro + estrutura metálica auxiliar	Estrutura em glulam + painel sandwich
	Acabamento exterior	Cobertura plana não acessível, não ventilada. Argila expandida 10 cm + argamassa de regularização 4 cm + camada de betume + impermeabilizante		Painel de sandwich 4 cm com 3 ondas	Impermeabilizante e de superfície exterior em membrana contínua de silicone líquido	Tela asfáltica de cor clara
	Acabamento interior	Estuque projetado	Placas de gesso cartonado (zonas húmidas-gesso cartonado hidrófugo) + barramento + pintura a tinta de teto			Contraplacado
	Isolamento	6 cm de lã de rocha		XPS 3 cm 6 cm de lã mineral	15 cm lã mineral	Poliestireno 5 cm + lã de rocha 4 cm
Pisos	Pavimento interior	Flutuante laminado 1,4 cm + espuma de polietileno 3 mm		Flutuante estratificado 8mm, AC4, régua única + espuma polietileno 2mm	Flutuante laminado	Soalho tradicional
	Pavimento interior (WC, Cozinha)	Revestimento cerâmico				Revestimento em pedra ou cerâmico
	Rodapé	MDF acabado a cor da porta 7x1,5cm		Contraplacado marítimo 7x1,5cm	Em pinho revestido a PVC de cor branco	Perfil recuado
Caixilharias	Portas interiores	Cega, de uma folha em painel aglomerado direto com 3,5 cm de espessura. Cor carvalho e acessórios em aço inox		Pré-fabricada com interior celulósico, termendurecido acabamento a cor do pavimento. Acessório aço inox.	Acabamento lacado a branco a tinta de esmalte	Porta em favo de pinho revestida a MDF pintado

	Função	Construção tradicional	ICFs	TÉKETO	SIT modular	MODULAR SYSTEM
	Armários	Armário modular para encastrar em aglomerado melamínico		Em contraplacado marítimo revestido pelo interior a melanina à cor cinza, pelo exterior a laminados de cor lisa	Em melanina, com porta de abrir, com acabamento a tinta esmalte	Cascos em melamina e portas em MDF pintado
	Caixilharia exterior	Em PVC, vidro duplo 6 + 14 + 5 incolor, vidro exterior de baixa emissividade		Em PVC, vidro duplo 6 + 14 + 5 incolor, vidro exterior de baixa emissividade	Em alumínio anodizado com perfil em T, corte térmico e vidro duplo planitherm ultra n 6 + 12mm + 5mm incolor	Madeira com ferragem de correr elevatória GU
	Soleiras	Soleira para remate de porta de entrada ou varanda de calcário Capri, 20 cm de largura e 3 cm de espessura		Soleira em moca creme, 3 cm de espessura	Betão reforçado com fibra de vidro	Madeira ou Vidraço
Outros	Instalações sanitárias	Sanitas, bidé, lavatórios, banheira ou base de chuveiro, móvel WC, torneiras				
	Outros	- Pré-instalação de ar condicionado; - Execução das Redes de águas, esgotos, ITED e elétrica;				

3.3.Descrição dos elementos construtivos das soluções

3.3.1. TÉKETO

A solução que a TÉKETO (MODIKO) apresenta é suportada por uma estrutura porticada constituída por perfis em aço galvanizado enformado a frio, perfis estes que apresentam como particularidade o facto de permitir a formação de nós tridimensionais em qualquer posição do perfil sem ser necessário o recurso a qualquer elemento acessório. Esta solução, devido ao reduzido peso da estrutura, dispensa a construção de fundações do tipo sapata, sendo usada uma base de betão.

Inicialmente é feita uma regularização do terreno, à qual se segue a colocação dos painéis de cofragem para a laje térrea e a colocação de uma camada de betão de limpeza. Em seguida, é realizada a montagem dos elementos estruturais metálicos que são ligados entre si

por ligações aparafusadas. Durante a montagem da estrutura vão sendo também colocadas as diagonais de teto e parede, elementos assinalados na Figura 39. Importante nesta fase é também a colocação de todos os pilares em cima de elementos de nivelamento.



Figura 39. Elementos diagonais colocados nas paredes e tetos

Concluída a montagem da estrutura, é realizada uma verificação para colmatar possíveis erros de montagem. Segue-se então a construção da base desta estrutura mais propriamente uma laje térrea ventilada que é formada por moldes perdidos “cúpulas” de plástico reciclado. A Figura 40 mostra a estrutura da laje térrea. Esta está isolada do solo com uma manta de geotêxtil à qual se sobrepõe uma manga plástica e uma camada de placas XPS com 30 mm de espessura, em cima deste isolamento é colocada uma camada de betão de limpeza. Em seguida são dispostos as “cúpulas” permitindo assim uma redução do peso e a formação de uma caixa-de-ar, depois é betonada a laje e para finalizar é colocada uma membrana acústica e uma betonilha de regularização. Na laje são ainda colocados os arranques para as tubagens necessárias e os encaixes para as paredes exteriores.

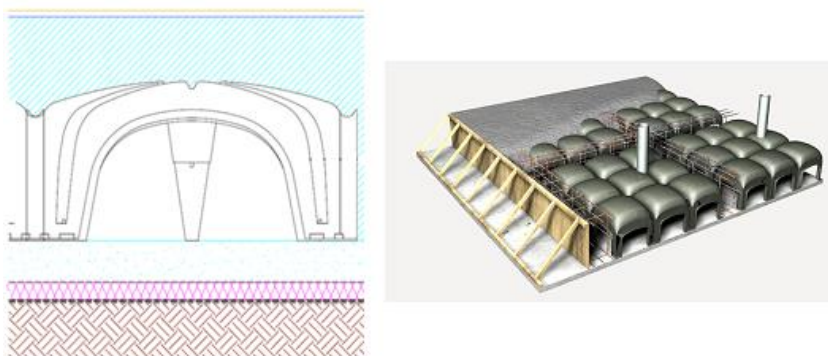


Figura 40. Corte transversal da laje térrea ventilada utilizada na solução da TÉKETO (Téketo, 2012c)

De seguida, é executada a montagem das vigas de piso e restantes elementos não estruturais. As vigas de piso são colocadas com a função de suportar a estrutura do teto falso (inferiormente) e dos elementos constituintes da cobertura (superiormente). No que se refere ao nível superior, a cobertura (Figura 41) é constituída pela estrutura metálica já referida com as vigas de suporte onde assentam placas OSB com 12 mm de espessura às quais são sobrepostas placas de XPS de 30 mm.

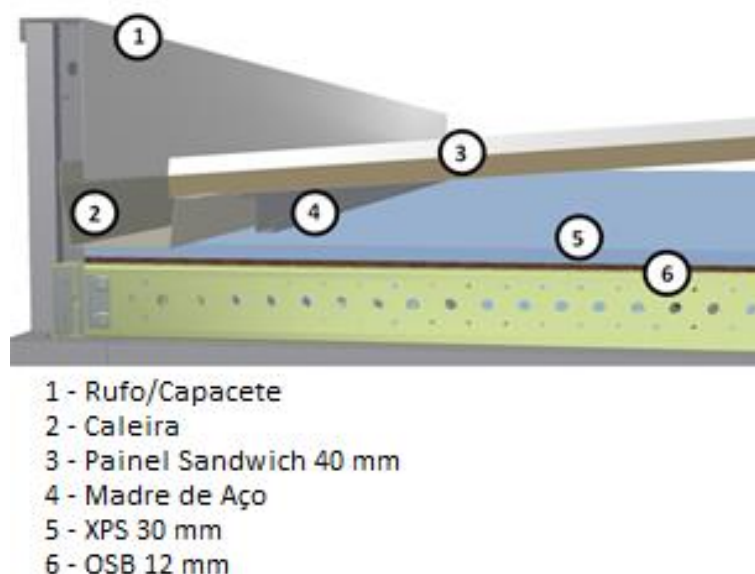


Figura 41. Corte transversal da cobertura utilizada na solução da TÉKETO (Téketo, 2012c)

Seguidamente e durante a execução de outros trabalhos, são colocadas as paredes exteriores as quais são parcialmente montadas em fábrica, sendo estas constituídas por uma estrutura em aço galvanizado, uma chapa galvanizada e um bloco de poliestireno expandido EPS (60 mm). Este último é ligado à chapa com uma cola poliuretano, é ainda aplicado um reboco e a colocação de uma rede em fibra. O acabamento final ETICS é concluído em obra com a união dos painéis das paredes exteriores a ser realizada com EPS grafitado (Figura 42) e com a aplicação de uma argamassa térmica como revestimento final. As paredes exteriores são constituídas pelo lado interior por uma estrutura de aço leve que funciona separadamente da estrutura exterior para que nos casos em que ocorra algum assentamento da estrutura, este não afete as paredes interiores, ostentam ainda uma camada de lã mineral com 6 cm de espessura e placas de gesso cartonado (1,5 cm). Durante a colocação das paredes exteriores são também colocadas padieiras, platibandas e peitorais.



Figura 42. Ligação dos painéis exteriores, realizada em EPS grafitado (vista pelo interior)

Em simultâneo com a montagem das paredes exteriores é ainda realizada a colocação das madres, as quais são colocadas sobre as placas XPS da cobertura e servem de suporte as placas de sandwich de 4 cm. São ainda colocadas caleiras, rufos entre outros.

Com a conclusão destes trabalhos, é fechada a casa com a colocação das caixilharias e em seguida são executados os restantes acabamentos (pinturas e acabamentos exteriores).

3.3.2. SIT modular

Os módulos da SIT (Figura 43) são em betão reforçado com fibra de vidro (12 mm) auxiliado por uma estrutura metálica com função estrutural, e que permite suportar os acabamentos interiores. Esta solução apresenta a vantagem de não necessitar de fundações sendo os módulos apoiados em blocos pontuais de betão, cada módulo é suportado por 4 blocos.

A base dos módulos ou laje de piso é constituída por uma estrutura mista metálica /betão executada em fábrica, sobreposta a esta camada é colocada um camada de blocos de poliuretano expandido com 14 cm de espessura e ainda painéis tipo VIROC, sendo posteriormente revestida à escolha. As paredes exteriores são em betão reforçado com fibra de vidro auxiliado com estrutura metálica, sendo que entre estas é colocada uma camada de lã mineral de 10 cm, o revestimento interior é em painéis de gesso cartonado, já as paredes interiores divisórias são estruturalmente constituídas por uma estrutura metálica adequada para o suporte das placas de gesso cartonado e no interior comportam uma camada de 50 mm de lã mineral.

A cobertura é também em betão reforçado com fibras de vidro com 1,2 cm de espessura auxiliada estruturalmente por uma estrutura metálica, que também suporta os painéis de gesso cartonado do teto, superiormente é colocado um isolamento em lã mineral com 15 cm de espessura. Exteriormente é revestida com uma membrana contínua de silicone líquido.

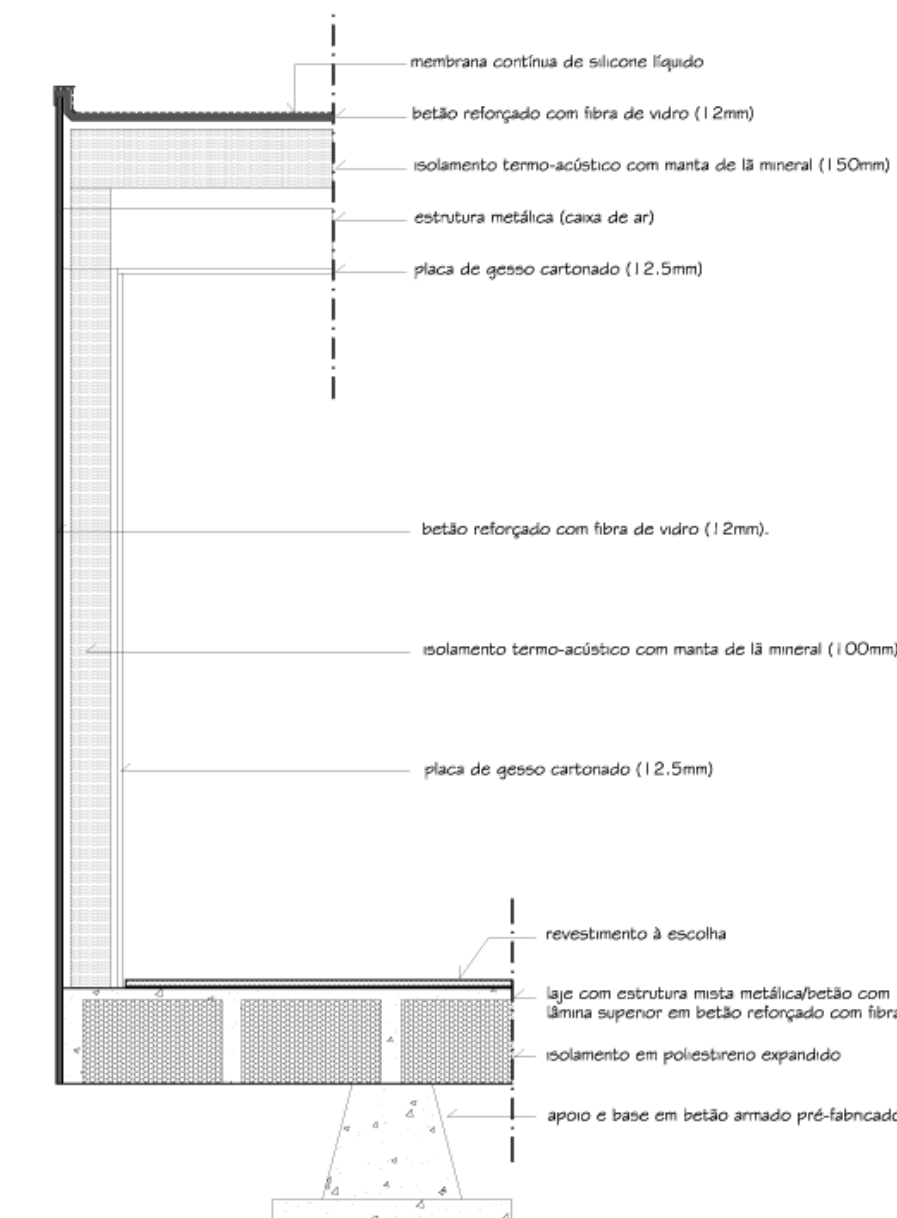


Figura 43. Corte transversal de um módulo da SIT (Sit, 2012)

Todo o processo de construção dos módulos é realizado em fábrica. Após a sua conclusão, estes são transportados até ao local de implantação onde, com o auxílio de uma grua, são colocados no local definido em projeto. A sua implantação implica a preparação do

terreno e nivelamento, pois os módulos são assentes em apoios de betão, como mostra a Figura 27. Após a sua colocação os módulos são unidos entre si utilizando uma banda elástica armada com rede de fibra com um revestimento exterior de silicone líquido, que garante a estanquidade nessas juntas.

3.3.3. MODULAR SYSTEM

Os módulos da MODULAR SYSTEM são estruturalmente (pilares e vigas) compostos por madeira glulam, madeira lamelada colada (GL28h) (Figura 44). Os módulos estão assentes em sapatas pontuais de betão ou em estacaria de madeira, o que só é possível porque o edifício é autoportante.



Figura 44. Madeira lamelada colada (Glulam)

Após a execução das fundações é então montada a estrutura em madeira, com ligações metálicas a unir os elementos estruturais. Terminada a montagem de toda a estrutura, é construída a estrutura das paredes exteriores e cobertura. A estrutura referente às paredes exteriores é em glulam com duplo painel OSB intervalado com caixa-de-ar e isolamento de lã de rocha com espessura de 50 mm e acabamento exterior com caixa-de-ar de 35 mm de espessura e fachada ventilada glulam com a mesma espessura, pelo interior o revestimento final é feito em placa dupla de gesso cartonado com isolamento adicional de lã de rocha com 40 mm de espessura. A cobertura é formada por uma estrutura em madeira glulam superiormente revestida com painel de sandwich, o qual é revestido com tela asfáltica, e inferiormente ao painel sandwich é colocado um isolamento de lã de rocha de 40 mm de espessura o revestimento final é em contraplacado de madeira.

Posteriormente são construídas as paredes interiores em gesso cartonado, com isolamento composto por painel OSB com 50 mm de espessura e lã de rocha com 40 mm de espessura, suportando estas ainda um acabamento em contraplacado ou apenas pintura final.

3.3.4. ICFs

Esta solução construtiva apresenta a vantagem de não ser necessária a construção de fundações do tipo sapatas isoladas sendo por isso apenas necessário realizar um acondicionamento do terreno para depois se executar o ensoleiramento geral, executado em betão armado. De seguida são preparados os arranques para a construção das paredes exteriores, Figura 45.

As paredes exteriores são em blocos *Insulated Concrete Forms* (ICFs) de espessura 298 mm, após a sua montagem e colocação devida da armadura é betonado o núcleo dos blocos com betão, exteriormente são ainda revestidos com uma camada de reboco tradicional armado e interiormente com placas de gesso cartonado de 15 mm de espessura, coladas diretamente com massa de aderência. As paredes interiores são em *Insulated Concrete Forms* (ICFs), blocos com espessura de 241 mm, com armadura no núcleo e betonado com betão, estas são revestidas com acabamento idêntico ao utilizado no lado interior das paredes exteriores.



Figura 45. Base da solução construtiva ICFs

Concluídos os elementos estruturais anteriores segue-se a laje de teto que nesta solução é uma laje aligeirada de vigotas com 20 cm de altura, realizada em betão armado,

com vigotas pré-esforçadas de seção em “T” invertido e abobadilha cerâmica, 40x15 cm, com camada de compressão de 5 cm de espessura. Em seguida realiza-se a montagem das paredes interiores, constituídas por estrutura metálica de suporte para placas de gesso cartonado de 15 mm, com isolamento interior em lã mineral de 60 mm de espessura e dos tetos interiores em placas de gesso cartonado suportado por uma estrutura metálica e com isolamento em lã mineral de 60 mm.

A cobertura é plana não acessível, não ventilada, com pendente entre 1% e 15%, composta por laje de betão, isolamento térmico constituído por painel rígido de lã de rocha de 50 mm de espessura e impermeabilização monocamada colada, camada de betume modificado com elastómero totalmente colada com maçarico e argila expandida com espessura média de 10 cm.

3.3.5. Construção tradicional

Este modelo é constituído por uma estrutura, toda ela em betão armado da classe C25/30.

As fundações do tipo sapatas são ligadas por vigas lintel, ambas em betão armado. As sapatas fazem ligação à estrutura através de pilaretes que estão ligados à laje térrea ventila.

Esta última é em betão armado C25/30 com 34 cm de altura os quais incluem cofragem perdida de blocos de polipropileno reciclado com 30 cm de altura e os restantes 4 cm a uma camada de betão, são ainda colocados varões de aço A400 NR e as tubagens necessárias a embutir na laje (Figura 40).

Após a betonagem da laje, são armados os pilares e são colocadas as cofragens para se proceder à betonagem. As vigas são executadas do mesmo modo, existindo a particularidade de serem construídas apenas depois da colocação do bloco térmico referente às paredes exteriores, as quais são construídas em bloco térmico de dimensões 40x20 cm, assente com argamassa de cimento e revestidas exteriormente com sistema ETICS, o qual é constituído por revestimento acrílico, formado por duas camadas de argamassa base, para fixação e regularização de placas de isolamento térmico, um painel rígido de poliestireno expandido (EPS) de 60 mm de espessura (situado entre as duas camadas de argamassa base) o qual é fixo mecanicamente através de buchas de expansão e prego de polipropileno, malha de fibra de vidro e uma camada de 2 a 3 mm de espessura de argamassa acrílica, sistema também utilizado no sistema construtivo da TÉKETO e ICFs.

Terminada a parte estrutural, é construída a laje de cobertura, uma laje aligeirada de vigotas com 20 cm de altura, realizada em betão armado C25/30, com vigotas pré-esforçadas de seção em “T” invertido e abobadilha cerâmica, 40x15 cm e com camada de compressão de 5 cm de espessura. No caso de ser necessária a colocação de vigota dupla, o tamanho da abobadilha é alterado para 40x24 cm e a camada de compressão de 3 cm de espessura. Esta situação verifica-se no modelo T3 numa laje que apresenta um vão superior a seis metros, passando a altura da laje passa a ser de 27 cm. No modelo T3 optou-se por manter a espessura igual para todas as lajes, independentemente de ser vigo simples ou vigota dupla e isso altera a dimensão da abobadilha cerâmica para 40x24 cm.

Em seguida passa-se para as paredes interiores em alvenaria de tijolo cerâmico furado, 30x20x11 cm, assentes com argamassa de cimento e revestidas com uma camada de reboco tradicional de aproximadamente 1,5 cm e realizam-se os acabamentos interiores necessários e a colocação das caixilharias.

Durante a execução dos trabalhos anteriores pode também ser construída a cobertura que neste caso é plana não acessível, não ventilada, com pendente entre 1% e 15%, composta por laje de betão, isolamento térmico constituído por painel rígido de lã de rocha de 50 mm de espessura e impermeabilização monocamada colada, camada de betume modificado com elastómero totalmente colada com maçarico e argila expandida com espessura média de 10 cm.

3.4. Orçamentação dos modelos

Após a definição de todos os modelos modulares selecionados para análise, foi requisitado às empresas envolvidas (SIT, TÉKETO, MODULAR SYSTEM E LOGIX) um orçamento para casa modelo, o qual se possível deveria conter com detalhe os materiais utilizados e respetivos custos.

Os preços apresentados nos orçamentos em Anexo podem não coincidir com os que as empresas disponibilizaram pelo facto de existir uma quantidade de trabalhos que não são realizados por algumas das empresas envolvidas e que outras já realizam. De seguida são enunciados os trabalhos que não se encontram incluídos nos orçamentos, de cada empresa, apresentados em Anexo:

- Ligação às redes;
- Projetos de arquitetura e especialidades.
- Taxas, licenças, vistorias e certificações;

- Armários e mobiliário de decoração;
- Eletrodomésticos e AVAC;
- Projeto de arranjos exteriores e sua execução.

Sendo assim foi decidido não inserir no orçamento valores referentes a materiais e licenciamentos, como por exemplo eletrodomésticos, certificados energéticos, outras taxas e ligação à redes. Por outro lado foram colocados em todos os orçamentos valores referentes a projetos de arquitetura e especialidades, fundações/blocos de betão de apoio dos módulos, preparação do terreno.

A Tabela 3 apresenta o valor final da construção, sem a taxa de IVA incluída.

Tabela 3. Custo final de cada modelo s/ IVA

Modelos	T1	Área (m ²)	Preço por m ²	T3	Área (m ²)	Preço por m ²
TÉKETO	69.373 €	72,0	964 €	95.876 €	122,0	786 €
SIT	53.749 €	72,8	738 €	105.092 €	128,0	827 €
MODULAR SYSTEM	72.494 €	66,7	1087 €	126.082 €	125,2	1007 €
ICFs	55.766 €	72,0	775 €	89.587 €	122,0	734 €
Construção tradicional (Mercado normal)	62.014 €	72,0	861 €	101.361 €	122,0	831 €
Construção tradicional (Mercado em recessão)	56.843 €	72,0	790€	91.944 €	122,0	754 €

Estes custos encontram-se com maior detalhe nos Anexos (II, III, IV, V e VI), onde se pode verificar os orçamentos, os quais apresentam o custo unitário dos materiais utilizados na construção assim como as medições referentes à quantidade de tarefas e materiais necessários à construção.

No Anexo II encontram-se os orçamentos referentes aos modelos T1 e T3 da TÉKETO, estes não apresentam qualquer alteração ao orçamento fornecido pela empresa, existindo ainda a particularidade dos valores fornecidos já terem implícitos, nos preços dos materiais, as percentagens de mão-de-obra, lucro e honorários. Apresentam ainda a quantidade de materiais a utilizar na construção dos modelos.

No Anexo III são apresentados os orçamentos referentes aos modelos da SIT modular, que optou apenas por fornecer o valor final de cada modelo, não incluindo honorários,

regularização do terreno, ligações às redes, fecho dos módulos e certificado Certiel. Devido a este fator, foi então realizado o cálculo para o fecho dos módulos e honorários, sendo que o fecho dos módulos foi realizado de um modo diferente do utilizado pela SIT: optou-se por realizar um aterro que visa fechar a caixa-de-ar existente entre o solo e os módulos, Figura 27, e na superfície do aterro, para evitar a passagem de humidades e outro tipo de patologias para a base dos módulos, foi colocado um geotêxtil. O valor dos honorários foi fornecido pela SIT.

No Anexo IV encontram-se os orçamentos referentes aos modelos da MODULAR SYSTEM, os quais foram fornecidos sem detalhe e com alguns trabalhos que não foram incluídos, como por exemplo, honorários, preparação do terreno e fundações, certificações, transporte até obra e meios de carga e descarga. Dos trabalhos apresentados como não incluídos, apenas foram compreendidos no orçamento apresentado no Anexo IV o valor dos honorários e o custo das fundações, que neste caso são apenas blocos pontuais de betão. A percentagem referente ao cálculo do valor dos honorários foi obtida através da equação (1), retirada das Tabelas Técnicas (J. S. Brazão Farinha, 2010).

O Anexo V contém os orçamentos dos modelos construídos com *Insulated Concrete Forms* (ICFs). Estes apresentam alguns valores que foram retirados dos orçamentos dos modelos da Téketo, que se refere a loiças sanitárias, caixilharias, material cerâmico, entre outros. Esta adoção de valores deve-se ao facto de ambos os modelos apresentarem a mesma disposição em planta. Já os valores apresentados para a construção da estrutura com blocos ICFs foram obtidos com o auxílio da empresa LOGIX e do seu programa Logix Estimator (LogixEstimator1.2.3, 2013). Estes valores são também apresentados no mesmo Anexo, existindo algumas alterações efetuadas aos valores de preços unitários e do material utilizado, isto pelo simples facto de existirem algumas diferenças ao nível do material utilizado e suas dimensões, como se pode verificar, por exemplo, nos diâmetros dos varões de aço, onde foi feita uma aproximação para os diâmetros utilizados no nosso país. No que diz respeito aos restantes preços apresentados para acabamentos e materiais, foram retirados do programa CYPE 2013 (CYPE2013, 2013). Já os valores dos honorários foram obtidos tendo como base a percentagem obtida pela equação (1). É ainda apresentada uma taxa de lucro de 10%, o qual é obtido tendo em conta o valor do custo da obra sem IVA.

Os orçamentos dos modelos referentes à construção tradicional são apresentados no Anexo V. Os preços utilizados foram à semelhança dos modelos em ICF's obtidos através do programa CYPE 2013 (CYPE2013, 2013), existindo apenas a diferença de que para estes foram obtidos dois preços distintos, um para mercado com crescimento sustentado (normal) e outro para recessão acentuada (crise). Existem ainda alguns preços retirados dos orçamentos

fornecidos pela TÉKETO pelo mesmo facto apresentado anteriormente (estes três modelos baseiam-se na mesma planta). É ainda apresentado um lucro de 10% sobre o valor da obra e uma percentagem para os honorários, obtida como já foi referida anteriormente nos modelos ICF's e da SIT.

Nos orçamentos relativos à construção tradicional e ao ICF's, os materiais seleccionados para acabamentos foram escolhidos de entre um vasto leque e contando com a similaridade entre os modelos que foram fornecidos pelas empresas SIT, TÉKETO, MODULAR SYSTEM e os restantes modelos. No caso dos honorários (projetos de arquitetura e especialidades) a sua percentagem em relação ao valor final foi calculada através da equação (1) retirada das Tabelas Técnicas (J. S. Brazão Farinha, 2010), tendo em linha de conta que esta equação é referente a obras classificadas com a categoria II, também segundo as Tabelas Técnicas (J. S. Brazão Farinha, 2010).

$$p = 11,16841 - 1,96841 \times \log\left(\frac{C}{12}\right) + 7,80462 \times \frac{1}{\log\left(\frac{C}{12}\right)} + 0,000008 \times \frac{C}{12} \quad (1)$$

4. ANÁLISE DOS MODELOS

O presente capítulo visa apresentar as ilações retiradas de uma análise técnico-económica feita às soluções e aos modelos apresentados no capítulo anterior. Essa análise foi realizada tendo em conta vários aspetos que se pensa serem importantes no conceito e evolução da construção modular. De seguida, é apresentada uma discussão sobre os modelos e respetivas soluções construtivas, tendo por base alguns aspetos tais como: a modularidade, liberdade de criação, possibilidade de construção em altura, possibilidade de movimentação, tempo de construção, exportação, conforto térmico e, por fim, uma análise que confrontará o custo dos modelos e todas as questões que os possam influenciar. É de notar que todos os custos serão analisados sem IVA à taxa em vigor (23%).

Modularidade

A modularidade ou seja, a possibilidade ou não de acrescentar módulos futuramente à habitação já existente, é uma questão de importante análise, pois este acréscimo permite que no futuro e em caso de necessidade de alargamento da habitação, por vários motivos, este possa ser feito sem a necessidade de mudar de habitação, tendo sempre esta como limitação a área disponível no terreno. A modularidade pode ainda ser classificada de acordo com a possibilidade ou não de se adicionar módulos, sendo os sistemas construtivos modulares classificadas como: aberto, parcialmente aberto, fechado, misto e construtivo de elementos modulares.

No caso das cinco soluções apresentadas apenas a TÉKETO, SIT modular e a MODULAR SYSTEM possuem modelos que permitem essa evolução futura. No caso da TÉKETO está apresentada o modelo EVVO (Figura 6), o qual se pode classificar como sistema construtivo de elementos modulares e permite no futuro o crescimento da habitação, deixando sempre um ponto de arranque para que essa expansão seja possível. Quanto à SIT modular pode se afirmar que possui um sistema aberto, já que as habitações são constituídas por módulos, permitindo que estes se liguem entre si através de qualquer um dos lados do módulo, estando esta ligação limitada pela existência de tubagens nas paredes. A MODULAR SYSTEM também apresenta em igualdade com a SIT modular um sistema aberto, por motivos idênticos e com as mesmas limitações ao nível das ligações entre módulos.

As duas soluções que não apresentam possibilidade de crescimento modular futuro são as soluções ICFs e tradicional, pois não são soluções modulares e como consequência não apresentam a possibilidade de adição de qualquer módulo. No entanto, a sua estrutura pode ser alterada futuramente desde que sejam realizados os devidos procedimentos técnicos e legislativos.

Liberdade de criação

Outra questão que pode ser analisada é o facto dos modelos modulares poderem ser “criados” pelo cliente, ou seja o cliente define a disposição dos compartimentos e a sua área. Este conceito é quase sempre possível em todas as soluções apresentadas, sendo que a MODULAR SYSTEM refere que poderá ser necessário realizar uma análise do modelo desejado para que seja verificada a sua possibilidade de construção. As soluções TÉKETO, ICFs e construção tradicional também possibilitam uma maior liberdade de criação, pelo tipo de construção que apresentam e no caso da TÉKETO também por ser uma estrutura com elementos pré-fabricados. Contudo, é necessário realizar sempre um dimensionamento que pode alterar apenas as secções dos elementos estruturais. Já a SIT, como é unicamente constituída por módulos, permite uma liberdade de criação limitada aos formatos dos módulos e às suas dimensões, podendo, no entanto, jogar com esses módulos, obtendo diversas combinações possíveis. Todavia, acaba por ser uma solução em que a vontade do cliente fica de algum modo limitada.

Construção em altura

O facto de ser possível ou não construir em altura, pode influenciar na escolha de uma solução construtiva, pois por vezes é necessário optar por construir em altura pelo simples facto de não existir área suficiente para implantação do edifício, isto pode por vezes suceder em zonas urbanas. Nestes casos, a construção modular possui ainda muitos modelos que por dificuldades estruturais não suportam grandes cargas, não permitindo o crescimento estrutural em altura.

No caso específico das soluções analisadas no capítulo anterior, apenas a da TÉKETO, o ICFs e a construção tradicional apresentam essa possibilidade, os restantes (SIT modular e MODULAR SYSTEM) não o permitem. A questão da possibilidade de crescimento em altura dos modelos TÉKETO, ICFs deve-se a estas possuírem uma estrutura que não sendo

constituída por módulos pré-fabricados, é constituída por elementos estruturais pré-fabricados. Mais especificamente no caso da TÉKETO, esta é constituída por uma estrutura metálica com ligações aparafusadas que permite esse crescimento, podendo essa questão alterar apenas a secção dos perfis, podendo ser necessário a adição de perfis em C. No caso da solução do ICFs, esta possibilita esse crescimento pelo simples motivo de conter paredes exteriores e até mesmo interiores que possuem um núcleo de betão armado em que a espessura desse núcleo pode variar entre os 102 mm e os 305 mm aproximadamente, valores esses que estão dependentes do tamanho do bloco selecionado, podendo com o seu aumento acrescentar a capacidade de suporte de cargas que possam vir de pisos superiores. A solução tradicional, por conter uma estrutura em betão armado também permite o crescimento em altura como já é sabido. Todas estas estruturas que possibilitam o crescimento em altura, podem com esse crescimento levar também à necessidade de alteração do tipo de fundação, uma vez que as cargas que são transmitidas ao solo vão sofrer um acréscimo.

As soluções que não permitem um crescimento em altura (MODULAR SYSTEM e SIT) estão atualmente a realizar estudos para que num futuro próximo essa solução seja também possível.

Possibilidade de deslocação

Outra das questões que é por vezes colocada no âmbito da construção modular, embora não seja uma questão que possa no entanto colocar qualquer tipo de entrave na escolha da solução construtiva, é o facto destas poderem ser deslocadas de um local para outro com alguma facilidade. Em alguns casos, este deslocamento não implica apenas a movimentação de módulos, mas também a desmontagem e montagem da estrutura, o que pode colocar outros entraves à possibilidade de deslocação.

A possibilidade de deslocação é muito mais viável numa estrutura que seja constituída por módulos e não por elementos estruturais pré-fabricados. Obviamente, dependendo muito do tipo de elemento estrutural pré-fabricado, mas neste caso a referência é feita a elementos utilizados apenas pelas soluções em causa. Assim, é fácil perceber que apenas a solução construtiva da SIT modular permita a deslocação das habitações, pelo simples motivo de ser constituída por módulos, os quais estão apoiados em blocos pontuais de betão. Apesar dessa possibilidade, também existem fatores contra na movimentação dos módulos como são o facto de ser necessário o corte das ligações à rede dos diferentes tipos de instalações e a destruição das ligações entre os módulos.

As restantes soluções construtivas não permitem o deslocamento, por diversos motivos, no caso da solução em ICFs a questão de conter um núcleo de betão armado impossibilita logo à partida a sua movimentação, pois a estrutura acaba por se tornar monolítica. Já a solução construtiva da TÉKETO poder-se-ia pensar que por possuir uma estrutura metálica pré-fabricada, seria possível de desmontar e voltar a montar, tornando praticável o deslocamento da estrutura para outro local, mas essa possibilidade é inviabilizada pelo facto das paredes exteriores serem constituídas por placas MODIKO que são unidas através da aplicação de uma argamassa de base, sendo o acabamento exterior das habitações um sistema ETICS. Logo à partida não irá permitir a desmontagem da estrutura sem que seja danificada a ligação entre os painéis, para além disso a questão da desmontagem e montagem de toda a estrutura metálica levaria a grandes gastos em mão de obra o que torna esta possibilidade desde logo impraticável.

A MODULAR SYSTEM, por motivos idênticos ao da TÉKETO no que se refere à questão das paredes exteriores, é também difícil de transportar, embora esta empresa tenha uma solução modular, a *mobile home* que é constituída por módulos construídos em fábrica e transportados para obra, os quais já permitem uma possível deslocação futura. A solução tradicional também não permite o seu deslocamento, pois possui uma estrutura com grande peso estrutural e com total impossibilidade de ser movida do local de implantação sem que a estrutura sofra danos quase irreversíveis. A necessidade de fundações também impossibilita que a estrutura seja movida para outro local.

Tempo de construção

Um dos motivos que pode agir a favor de uma solução construtiva modular é o fator tempo de construção. Este fator pode ser associado a uma redução da mão-de-obra e, consequentemente, a uma redução no seu custo e no custo final da habitação. Mas pelos valores obtidos nos orçamentos e apresentados na Tabela 3, é fácil de observar que nem isso acontece.

No que se refere ao tempo de construção, as soluções construtivas modulares apresentadas (TÉKETO, SIT, MODULAR SYSTEM e ICFs) equivalem-se, pois o tempo de construção anda por volta dos 2 meses no caso da SIT e da MODULAR SYSTEM. A TÉKETO afirma que a sua construção tem um tempo de aproximadamente 10% do tempo de construção da solução construtiva tradicional. Admitindo que esta é de 6 a 12 meses, a TÉKETO terá um tempo de construção de cerca de aproximadamente 2 meses, também

podendo este ser um pouco maior e aproximar-se dos 3 meses. O ICFs também apresenta um tempo de construção por média de 3 meses.

Neste aspeto, a construção tradicional não leva vantagem sobre nenhum dos modelos, pois apresenta um tempo de construção na volta dos 12 meses. Pode se afirmar, então, que o tempo de construção de uma solução modular é de cerca de 25% (valor médio) da construção tradicional.

Exportação

Uma questão que também pode ser muito importante, não na questão da aquisição de habitação, mas sim na comercialização dos modelos, é o facto destes serem ou não exportáveis.

Em geral, todos os modelos podem de uma forma ou outra ser exportados, embora uns apresentem mais vantagens que outros. O ICFs pode ser de fácil exportação, já que é constituído por blocos leves de EPS que os torna fáceis de transportar. O mesmo ocorre com os acessórios necessários, sendo que o betão e armaduras e os restantes materiais de acabamento não necessitam ser exportados, o que facilita em muito nas questões de pesos e dimensões de transportes, embora os blocos possam ocupar um grande volume no transporte. A mão-de-obra, no caso de exportação, não vai ser requerida, o que não será uma grande ajuda para ultrapassar o recuo que tem sofrido o setor da construção.

A TÉKETO também apresenta um modelo com grande viabilidade de exportação pelo simples facto de possuir uma estrutura constituída por elementos metálicos construídos em fábrica e unidos através de ligações aparafusadas. Com as paredes exteriores a serem construídas em fábrica (painéis MODIKO) e possuindo dimensões reduzidas, o seu transporte torna-se mais fácil. Nenhuma das seleções anteriores necessita de transporte especializado.

A solução da SIT, como é composta por módulos construídos em fábrica e transportados para obra, é portanto uma solução com viabilidade de exportação, embora essa possa ser um fator de encarecimento da habitação. Isto acontece porque os módulos apresentam dimensões entre os 6x3x2,90 (m) e os 8x4x3,66 (m). Nesta situação, a questão do transporte é relevante tornando-se mesmo no ponto mais opositor à exportação, pois uma habitação pode necessitar de um meio de transporte para cada módulo, o que encarece em muito o preço final da solução, a exportação no caso da SIT está limitada ao valor dos transportes sejam eles por terra ou mar, sendo um modelo de viável exportação mas com alguma cautela na hora de afirmar que é muito vantajosa para quem exporta. A MODULAR

SYSTEM realiza a montagem de todos os seus módulos em obra, o que pode neste caso facilitar a exportação, visto que os elementos estruturais são transportados com mais facilidade e só depois de colocados em obra. É então realizada a montagem. Esta empresa possui também o modelo *mobile home* que é construído em fábrica e transportado já concluído para o local de implantação, este apresenta uma área de 42 m², mesmo sendo possível de transportar o elevado volume pode encarecer o seu transporte tal como acontece no caso da solução construtiva da SIT.

Fases de Projeto

Fazendo apenas uma breve referência à fase de projeto, conclui-se que os sistemas modular têm uma fase de projeto muito menos demorada que a construção tradicional. Isto pelo facto dos modelos da construção modular já estarem pré-definidos, o que facilita na execução da fase de projeto, pois já tudo está executado.

Conforto térmico

Nos dias de hoje, a questão térmica é muito importante para a classificação energética de uma habitação e também para o conforto dos seus habitantes. A análise térmica realizada tem em conta os valores do coeficiente de transmissão térmica (U) das paredes exteriores e da cobertura. O coeficiente de transmissão térmica representa a quantidade de calor que atravessa perpendicularmente, um elemento de faces planas e paralelas, por unidade de tempo e de superfície, quando sujeito a um gradiente de temperatura unitária entre os ambientes que separa e é expresso em W/m²°C.

Os valores da Tabela 4 correspondem aos coeficientes de transmissão térmica de paredes exteriores e cobertura de cada solução. Os valores referentes a paredes exteriores e cobertura apresentados para as soluções TÉKETO, SIT, MODULAR SYSTEM e ICFs foram disponibilizados pelas empresas em causa. Já para a construção tradicional, os valores foram obtidos através do cálculo do coeficiente de transmissão térmica (U) com auxílio da equação (2), sendo os valores de resistência térmica (R) obtidos através de fichas técnicas referentes aos materiais utilizados e das soluções construtivas. Houve ainda alguns materiais em que era fornecida a condutibilidade térmica (λ), sendo nesse caso necessário utilizada a equação (3) para obter o valor relativo à resistência térmica (R).

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j R_j + R_{se}} \quad (2)$$

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (3)$$

Os coeficientes de transmissão térmica (U) vão ser analisados tendo como valores de referência os valores máximos admissíveis que se encontram no RCCTE (Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios) e que são apresentados na Tabela 5, estes valores são diferenciados consoante a zona climática de inverno (I1, I2, I3) e o tipo de elemento da envolvente em zona corrente.

Analisando os valores da Tabela 4 (valores obtidos para as soluções a analisar), e comparando estes com os da Tabela 5 (valores máximos admissíveis no RCCTE), é facilmente verificado que todos os valores que correspondem ao coeficiente de transmissão térmica (U) das soluções estão dentro dos valores exigidos no regulamento e apresentam uma ainda uma grande margem até serem atingidos os valores máximos, isto para qualquer dos elementos (parede exterior e cobertura) e soluções construtivas.

Fazendo agora uma análise individual, é facilmente visível que os valores do coeficiente de transmissão térmica, referentes a paredes exteriores é mais baixo no sistema construtivo ICFs (0,230 W/m²°C). Já para a cobertura é a SIT que apresenta o menor valor na ordem dos 0,243 W/m²°C. É ainda de realçar que para as paredes exteriores todas as soluções modular apresentam valores menor em comparação com os valores para construção tradicional (0,48 W/m²°C). O mesmo não ocorre no caso da cobertura, pois apenas a SIT apresenta valores inferiores aos da solução da construção tradicional. Os valores apresentados são referentes as soluções adotadas nos modelos apresentados neste trabalho, podendo em algumas soluções ser alteradas as soluções para cobertura e paredes exteriores.

Note-se que os valores que estão disponíveis na Tabela 4 para análise, não permitem referir qual das soluções apresenta melhor desempenho térmico no seu todo. Isto porque não podem ser utilizados apenas os valores do coeficientes de transmissão térmica (U) de paredes exteriores e cobertura para comparar as soluções globalmente a nível térmico e posteriormente definir a sua classe energética. Para tornar possível essa comparação, seria necessário obter os valores de N_{tc} e N_t, necessidades nominais globais de energia primária e limite máximo admissível de energia primária e não foram fornecidos dados para que se possa realizar esses cálculos.

Tabela 4. Valores dos coeficientes de transmissão térmica (U) das várias soluções apresentadas

SOLUÇÕES	Coeficiente de transmissão térmica (U) ($\text{W/m}^2\text{°C}$)	
	Parede exterior	Cobertura
TÉKETO	0,290	0,370
SIT	0,359	0,243
MODULAR SYSTEM	0,350	0,420
ICFs	0,230	0,325
Construção tradicional	0,480	0,325

Tabela 5. Envolvente Opaca - coeficiente de transmissão térmica superficial - valores máximos admissíveis (RCCTE, 2006)

Envolvente Opaca Zona corrente		Zona climática de Inverno U ($\text{W/m}^2\text{°C}$)		
		I1	I2	I3
Exterior	Paredes	1,80	1,60	1,45
	Cobertura e pavimentos	1,25	1,00	0,90
Interior	Paredes	2,00	2,00	1,90
	Cobertura e pavimentos	1,65	1,30	1,20

Económica

Quanto à análise económica, e começando por analisar os custos finais de cada modelo, as ilações eminentes que podem ser de imediato retiradas são que para os modelos em análise a SIT apresenta o custo mais baixo para tipologia T1 (53.749 €) e o ICFs para tipologia T3 (89.587 €). Análise idêntica é retirada no caso desta ser efetuada, tendo em conta o preço da construção por m^2 , correspondentemente 738 € no caso do modelo SIT, e 734 € no ICFs.

Pode se afirmar, tendo como base os valores da Tabela 3, que as soluções com estrutura em madeira apresentam um custo final por metro quadrado muito superior às outras soluções. Este facto é derivado do design e da arquitetura da MODULAR SYSTEM que eleva as suas habitações para um conceito quase de “habitações de luxo”.

No entanto, a diferença de custo entre os modelos pode ser motivada por um número conjunto de situações, sendo algumas das possíveis as seguintes: material estrutural diferente, diferentes tipos de construção, acabamentos diferentes, necessidade ou não de fundações, necessidade de transporte dos módulos para obra, como e quantidade do mesmo, lucros associados à construção, mão-de-obra necessária no local, entre outros.

Analisando os motivos apresentados anteriormente, pode se dizer que, em relação aos diferentes tipos de construção e relacionado este item com a necessidade de mão-de-obra no local de construção, o modelo que menos necessita de mão-de-obra é o da SIT pois os módulos são construídos em fábrica e no local é apenas necessário colocá-los no local indicado em projeto, e posteriormente realizar as uniões e acabamentos. Já os modelos da TÉKETO e MODULAR SYSTEM apenas os elementos estruturais são construídos em fábrica, a sua montagem é realizada em obra, o que implica uma maior necessidade de mão-de-obra. O modelo ICFs é realizado todo em obra, à exceção dos blocos. O modelo da construção tradicional também é todo ele realizado em obra, necessitando assim estes dois modelos de um maior gasto em mão-de-obra.

O tipo de fundações que os modelos necessitam também influência no custo final. Para se ter uma ideia, os blocos necessários ao apoio dos módulos da MODULAR SYSTEM apresentam um custo de cerca de 1/3 do custo das fundações utilizadas na construção tradicional, enquanto o modelo TÉKETO apresenta um valor que o duplica.

Quanto ao transporte para obra, nem todos os orçamentos apresentados para os modelos, que necessitam desse transporte, incluem esse custo, sendo que não é apresentando em detalhe. Logo pode se apenas dizer que é um custo de uma atividade que não é necessária na construção tradicional, e que varia em função da distância à obra.

A diferente percentagem de lucro das empresas também influencia no custo final do orçamento, nos modelos em causa apenas o ICFs e a construção tradicional apresentam discriminado esse valor, sendo 10% do custo total de obra sem IVA. Este valor está também dependente do tipo de materiais utilizados assim como do tipo de trabalhos a realizar.

A mão-de-obra associada aos prazos de construção devia se traduzir num decréscimo nos custos finais, pelo simples facto de na construção tradicional ser necessária mão-de-obra por um tempo que se pode admitir que seja 3 vezes superior ao tempo de construção de um modelo modular. Assim, a mão-de-obra triplica em relação à construção tradicional.

5. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Esta dissertação teve como objetivo a elaboração de uma comparação a diferentes níveis de alguns sistemas construtivos modulares e ainda uma comparação destes com o sistema construtivo tradicional. A seleção dos sistemas construtivos modulares foi executada com base na utilização de elementos estruturais distintos (aço, madeira, betão), se possível de origem nacional, sendo a sua construção elaborada de diferentes formas, com a possibilidade de exportação e com carácter inovador.

Na presente dissertação foi inicialmente apresentada a definição de construção modular assim como uma breve noção da história e desenvolvimento até à atualidade. Posteriormente foram apresentados alguns sistemas construtivos modulares que utilizam diversos materiais a nível estrutural, como por exemplo estrutura em madeira, betão ou aço. Depois foram selecionados 4 sistemas de entre os que foram apresentados, para se realizar uma análise e ainda para fazer uma comparação entre os sistemas modulares e destes com um sistema da construção tradicional.

5.1. Conclusões gerais

Relativamente à construção modular, mais especificamente aos sistemas construtivos que existem na atualidade, a pesquisa inicialmente realizada demonstrou que existe um elevando número de empresas que desenvolveu e comercializa diversos sistemas de construção modular. Estes, mesmo com a diversidade de sistemas construtivos, são a nível estrutural constituídos por um leque de materiais quase que catalogado, pois são sempre utilizados na construção da estrutura o betão, a madeira ou o aço. Existem ainda sistemas que utilizam na estrutura uma combinação destes materiais. É ainda de referir que este tipo de solução modular apresenta um conjunto de vantagens, que superam as desvantagens, podendo por isso este sistema ser visto como um tipo de construção com grandes perspetivas futuras, apesar de existir ainda um conjunto de questões técnicas e construtivas que podem ser melhorados e adaptadas à questão da modularidade.

Da análise dos modelos referentes aos sistemas construtivos selecionados, conclui-se, de forma muito vaga, que entre os modelos de tipologia T1 a solução mais económica é a que

a SIT apresentou. Já na tipologia T3, o mais económico é o sistema construtivo ICFs que apresenta uma proposta mais económica, embora esta conclusão seja muito limitada pois em todos os orçamentos foram apresentados de forma detalhada, não são controlados as percentagens de lucros e de custos de honorários, assim como o facto de alguns modelos serem transportados para o local já construído e outros serem transportados em elementos construtivos.

Ainda a nível económico é também de referir que apenas os modelos da SIT apresentaram um acréscimo de custo, ao passar da tipologia T1 para a T3, acréscimo esse que se aproxima dos 12,1%. O valor que apresenta um decréscimo mais acentuado de preço por m² foi o da solução apresentada pela TÉKETO, o qual sofreu uma redução de cerca de 22,6% aquando do aumento de tipologia. É de realçar a dificuldade em conseguir orçamentos idênticos e com um nível de detalhe muito semelhante. Mesmo assim com os dados obtidos é de assinalar uma variação de custo entre a construção tradicional e a construção modular na ordem dos 5 a 15%.

É importante referir a impossibilidade de estabelecer de forma direta uma comparação que afirme que um sistema construtivo seja mais económico do que outro, visto que todos apresentam um vasto leque de acabamentos que podem ser aplicados, podendo esse facto dar origem a uma alteração do custo final. Outro facto que também pode afetar o custo final é o custo dos trabalhos que pode não ser idêntico para as diferentes soluções. Mesmo sendo selecionados modelos de áreas similares, como foi o caso deste trabalho, denotou-se que a área útil das habitações varia, devido a questões relacionadas com o conforto energético, assim como a disposição dos compartimentos e a sua área. Para que fosse possível efetuar uma análise económica com rigor, seria necessário desenvolver um modelo para todos os sistemas modulares apresentados, que fosse idêntico e aplicar-lhe o mesmo tipo de materiais nos acabamentos.

O design e a qualidade de construção são dois fatores que podem causar alguma inflação no custo final das habitações e neste campo os sistemas construtivos apresentados apresentam um design moderno e com materiais que elevam a qualidade da habitação e ajudam em termos de design. Neste campo a MODULAR SYSTEM apresenta um design e uma arquitetura que tornam esta solução numa solução de elevado custo.

As soluções analisadas ao nível do comportamento térmico apresentam valores para o coeficiente de transmissão térmica que estão bem dentro dos limites regulamentados pelo RCCTE. Em termos de evolução dos materiais de construção e das suas propriedades térmicas e acústicas, estes vão permitir que com o avançar dos anos que este tipo de construção seja bastante eficiente nesses campos e permita uma poupança energética muito elevada.

Como conclusão geral pode ser dito que a construção modular ainda se encontra em desenvolvimento, sempre no sentido de melhorar a qualidade, conforto e eficiência energética das habitações, com a vantagem eminente de se poder obter uma habitação num curto espaço de tempo e com um custo final que possa ser atrativo e que permita ombrear com a construção tradicional. É também de referir que a construção modular se encontra em fase de expansão e de cativação dos clientes pois ainda nem toda a gente vê com bons olhos a aquisição de uma casa que é feita na sua maioria em fábrica e posteriormente transportada para o local de implantação.

5.2.Desenvolvimentos futuros

A construção modular, apesar da inovação nos métodos construtivos, apresenta ainda alguns pontos a ser melhorados, como é o caso dos sistemas de águas e esgotos. Estes podem limitar o acréscimo de módulos ao gosto do cliente, limitando-o aos espaços já estipulados. Para que possa existir uma evolução dos sistemas de redes, podem ser desenvolvidos sistemas que permitam que as redes obtenham uma modularidade similar à da habitação, ou seja, estas possam ser movidas e ampliadas sem que existam alterações nas redes que possam criar condições que levem à rotura.

Outro aspeto que pode ser melhorado é a solução que a maior parte das empresas de construção modular utilizam para a execução das paredes interiores, ou seja, estrutura metálica com gesso cartonado, apesar de ser uma solução muito boa. Apresenta algumas limitações ao nível da aplicação de cargas nas paredes. Por este facto e tendo sempre em conta que se trata de uma solução muito boa, mas que sendo melhorada pode se tornar ótima.

Um fator que por vezes limita a modularidade de uma habitação modular é o modo como são construídas as paredes exteriores e o seu acabamento, este pode decidir se a estrutura é desmontável ou não. Então, seria interessante desenvolver um sistema que

permitisse que a desmontagem não prejudicasse a qualidade e estanquidade do revestimento exterior, assim como a estrutura da paredes exterior, não provoque qualquer tipo de patologia que possa alterar ou provocar alterações em outros elementos da habitação, sem que ocorra qualquer tipo de alteração na montagem seguinte e sem que seja criada qualquer tipo de ponte térmica que possa significar perda de energia, prejudicando o conforto térmico e acústico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association, Insulating Concrete Formwork. (2012). What is ICF. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.icfinfo.org.uk/pages/what-is-icf.php>
- CenturySteel. (2012a). Introdução. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.centurysteel.pt/intro.html>
- CenturySteel. (2012b). Modulares. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.centurysteel.pt/modulares.html>
- CenturySteel. (2012c). Painelização. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.centurysteel.pt/painelizacao.html>
- ConceptX. (2009). Projectos. Consultado, outubro, de <http://www.conceptx.pt/pt/projects.php>
- ConceptX. (2012). O Processo de Construção Consultado em outubro, 2012, de http://www.conceptx.pt/building_process_pt.php
- CYPE2013 (2013), de <http://www.cype.pt/>
- EngenhariaeConstrução. (2012). Preços de casas modulares. Consultado em março, 2013, de <http://www.engenhariaeconstrucao.com/2011/08/precos-de-casas-modulares.html>
- EN 1992-1-1 : Março 2010; "Eurocódigo 2: Projecto de estruturas de betão - Parte 1-1:Regras gerais e regras para edifícios", CEN, Bruxelas.
- ERA. (2012). Casa Pronta (o seu sonho chave na mão). Consultado, março, de <http://casaprontaera.com/>
- Habitar. (2007, outubro). Modular System. *Arquitectura Ibérica*, (22), 81-95.
- J. S. Brazão Farinha, A. Correia dos Reis. (2010). *Tabelas Técnicas*.
- Kingspan. (2009). Kingspan TEK Building System.
- Kpanels. (2012). Architects. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.k-panels.co.uk/architects>
- Lawson, Mark. (2007, outubro). Building Design Using Modules. *NSC*, 28-29.
- LOGIX. (2008). Build. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.logixicf.com/index.php?n=Home>
- LogixEstimator 2.0.4 (2013) de www.logixicf.com
- MIMA. (2012a). MIMA House. Consultado em abril, 2013, de <http://www.mimahousing.com/#!mima-house/cktf>

MIMA. (2012b). Unidade MIMA. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.mimahousing.pt/technical.html>

ModularConstructionSolutions. (2012). History of Modular Buildings. Consultado em outubro, 2012, de <http://modularconstructionsolutions.blogspot.pt/2012/07/history-of-modular-buildings.html>

ModularSystem. (2012). Produtos. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.modular-system.com/site/level1.php-a=w&page=1&c=ex&l=pt.htm>

ModularSystem. (2013). modularsystem. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.modular-system.com/site/main.php-a=w&l=pt.htm>

Patinha, Sérgio Miguel Pinto de Almeida. (2011). *Construção Modular – Desenvolvimento da ideia: Casa numa caixa*. Tese de mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro.

RCCTE - "Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios"; Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril

RGEU - "Regulamento Geral das Edificações Urbanas"; Decreto-Lei n.º 38382 de 7 de Agosto de 1951

Sit. (2012). Sit Modular Solutions. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.siturbandesign.com/modular/>

STEKO. (2013a). STEKO (Holz-Bausystem AG). Consultado em março, 2012, de <http://www.steko.ch/metanavigation/home.html>

STEKO. (2013b). Systembeschreibung. Consultado em Abril 2013, de http://www.steko.ch/fileadmin/ablage/dokumente/Downloads/STEKO_Systembeschreibung.pdf

Téketo. (2012a) Consultado em outubro, 2012, de <http://www.teketo.pt/index.php/pt/>

Téketo. (2012b). Modiko. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.teketo.pt/index.php/pt/modiko/conceito>

Téketo. (2012c). Processo Construtivo. Consultado em outubro, 2012, de <http://www.teketo.pt/index.php/pt/modiko/processo-construtivo>

Tisem. (2012a) Consultado em abril, 2013, de <http://www.tisem.pt/>

Tisem. (2012b). Documentação. Consultado em abril, 2013, de http://www.tisem.pt/wp-content/uploads/2012/04/120223_Konstruktion_engl.pdf

Tisem. (2012c). O que é a madeira lamelada colada cruzada. Consultado em novembro, 2012, de <http://www.tisem.pt/tecnologia-e-inovacao/servicos/>

Tudo sobre Casas Pré-Fabricadas, Casas Modulares e Casas de Madeira. (2011). Casas Modulares. Consultado em outubro, 2012, de <http://casasprefab.blogspot.pt/2011/01/casas-modulares.html>

VIROC. (2012a). *Estruturas Modulares*. Consultado, de http://www.viroc.pt/viroc/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=116&lang=pt

VIROC. (2012b). Módulos VIROC. Consultado em outubro, 2012, de http://www.viroc.pt/viroc/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=119&lang=pt

ANEXOS

ANEXO I – TABELA RESUMO DAS VÁRIAS SOLUÇÕES

Tabela 6. Resumo das soluções construtivas modulares

Solução Modular	Tipo de Estrutura*	Tipo de fundações*	Tipo de revestimentos*	Tipo de Solução*	Número de pisos possíveis de construir*	Preço por m ² *	Duração da construção*
MODIKO - TÉKETO	Aço galvanizado enformado a frio (LSF- light Steel Framing)	Fundação do tipo direto – ensoleiramento ou estacas.	Paredes exteriores – MODIKO; Paredes interiores – estrutura de aço, com gesso cartonado a revestir e lã mineral no interior; Teto – painéis OSB, lã mineral e gesso cartonado.	Solução parcialmente aberta	Construção até 2 pisos.	EVVO T2 – 147,5 m ² – 809€/m ² . EVVO T3 – 174 m ² - 804€/m ² .	10% do tempo da construção tradicional
CONCEPT X	Aço galvanizado enformado a frio (LSF- light Steel Framing).	Fundações com Sapatas ou ensoleiramento.	Paredes exteriores – placa de OSB, placa de esferovite, rede fibra, reboco e tinta acrílica (ETICS); Paredes interiores – estrutura de aço, com gesso cartonado a revestir e lã mineral no interior; Teto – gesso cartonado.	Solução fechada	Construção de apenas 1 piso	-	40% da construção tradicional
CENTURY STEEL	Aço galvanizado enformado a frio (LSF- light Steel Framing).	Fundações tipo sapata, em caso de necessidade utilizam-se lintéis contínuos.	Parede exterior – lã de rocha + OSB + barreira de vapor + lâmina de vinil/malha de aço para rebocos epoxicos; Paredes interiores – gesso cartonado aparafusado à estrutura; Teto – gesso cartonado.	Solução fechada	Construção até 4 pisos sem estrutura auxiliar	854€/m ² para o tipo Portugal Series.	8 a 20 dias – painelização 8 a 16 horas - modular

Construção Modular – Análise Comparativa de Diversas Soluções

Solução Modular	Tipo de Estrutura*	Tipo de fundações*	Tipo de revestimentos*	Tipo de Solução*	Número de pisos possíveis de construir*	Preço por m² *	Duração da construção*
VIROC	Aço galvanizado enformado a frio (LSF- light Steel Framing)	Fundação do tipo direto – ensoleiramento	Paredes exteriores – painéis VIROC 16 mm + lã mineral; Paredes interiores – painéis VIROC 12 mm + lã mineral + tinta plástica; Teto – lã mineral + painéis VIROC 12mm.	Solução fechada	Construção de apenas 1 piso.	Modelo F 563€/m ² Modelo S 554€/m ²	-
Modular System	Estrutura de madeira lamelada com conetores metálicos	Fundação de sapatas pontuais de betão, ou até estacaria em madeira.	Paredes exteriores – painel fachada com duplo painel de OSB, caixa-de-ar e isolamento em lã mineral +acabamento à escolha; Paredes interiores – painel duplo de gesso cartonado + lã mineral (interior); Teto – contraplacado de madeira.	Solução parcialmente aberto	Construção de 1 piso, estudo em desenvolvimento para 2 pisos.	-	16 semanas desde face de projeto até final. 8 semanas prazo da obra.
MIMA	Madeira- pinho lamelado	4 blocos prefabricados de betão, um em cada extremidade	Paredes exteriores – placas de coretech e poliestireno, em WC aglomerado hidrófugo; Paredes interiores – contraplacado de bétula, em WC aglomerado hidrófugo; Teto – contraplacado de choupo, em WC aglomerado hidrófugo	Solução fechada	Construção de apenas 1 piso	Mínimo 671€/m ²	Máximo de 2 meses. Construção 1 mês.
TISEM	Madeira lamelada colada cruzada	Base em betão	Paredes interiores – Painéis de gesso cartonado	Solução fechada	Construção de vários pisos	-	3 dias para construção de 1 piso, executado por 4 carpinteiros

Solução Modular	Tipo de Estrutura*	Tipo de fundações*	Tipo de revestimentos*	Tipo de Solução*	Número de pisos possíveis de construir*	Preço por m ² *	Duração da construção*
KINGSPAN - Structural Insulated Panels – SIP's	Estrutura em madeira, ou formada pelos próprios painéis.	Base em betão.	Paredes exteriores – painéis KINGSPAN TEK + acabamento variado; Paredes interiores – gesso cartonado;	Sistema fechado.	Construção de 4 Pisos	-	10 dias (tempo de montagem)
STEKO	Estrutura em blocos de madeira	Base em betão	Paredes exteriores – Modelo STEKO Hole System;	Sistema parcialmente aberto.	Permite crescimento em altura	105€/m ² – preço apenas da estrutura em blocos	-
SIT modular	Estrutura de betão reforçado com fibras	Apoios em blocos de betão	Parede exterior – betão armado reforçado com fibras de vidros, com auxílio de estrutura metálico + Poliuretano expandido 4 cm; Paredes interiores – gesso cartonado e pintura; Teto – placas de gesso cartonado.	Solução parcialmente aberta	Construção de apenas 1 piso.	609€/ m ²	60 dias
LOGIX - Insulated Concrete Forms – ICFs	Estrutura formada por painéis ou blocos ICFs	Fundação do tipo direto – ensoleiramento.	Paredes exteriores – <i>Insulated concrete forms</i> + revestimento à escolha;	Sistema fechado.	Permite o crescimento em altura	-	-

Construção Modular – Análise Comparativa de Diversas Soluções

Solução Modular	Tipo de Estrutura*	Tipo de fundações*	Tipo de revestimentos*	Tipo de Solução*	Número de pisos possíveis de construir*	Preço por m² *	Duração da construção*
Casa Pronta - ERA	Betão Armado	Fundações do tipo direto – sapatas	Paredes exteriores – típica do sistema tradicional; Paredes interiores – típica do sistema tradicional; Teto – placas de gesso cartonado	Sistema fechado.	Permite crescimento em altura	-	12 meses

*Dados fornecidos pelo fabricante.

ANEXO II – ORÇAMENTOS TÉKETO

Tabela 7. Orçamento modelo T1 - TÉKETO

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Terraplanagem s/ movi. de terras p/ vazadouro	un	43,535	7,00 €	304,75 €
Tela de barragem	un	87,07	7,00 €	609,49 €
Betão C20/25 Inc. Aço/Cof. em Ensoleiramento	m ³	43,54	203,00 €	8.838,62 €
Sapata para pilar simples PS-2C	un	21	12,31 €	258,48 €
Sapata para pilar reforçado PR-3C	un	4	13,92 €	55,66 €
Perfil "C" MODIKO 1425mm (padial)	un	1	33,43 €	33,43 €
Perfil "C" MODIKO 1800mm (padial)	un	1	39,47 €	39,47 €
Perfil "C" MODIKO 1875mm (padial)	un	1	40,46 €	40,46 €
Perfil "C" MODIKO 1950mm	un	1	39,97 €	39,97 €
Perfil "C" MODIKO 3000mm	un	8	56,04 €	448,28 €
Perfil "2C" MODIKO 1200mm	un	4	61,40 €	245,59 €
Perfil "2C" MODIKO 1425mm	un	3	74,64 €	223,92 €
Perfil "2C" MODIKO 1950mm	un	8	88,86 €	710,85 €
Perfil "2C" MODIKO 2100mm	un	2	93,35 €	186,70 €
Perfil "2C" MODIKO 3000mm	un	32	124,26 €	3.976,45 €
Perfil "2C" MODIKO 4200mm	un	9	169,35 €	1.524,18 €
Caixa de fecho 150x150mm p/ viga simples galv	un	12	10,99 €	131,82 €
Caixa de fecho 300x150mm p/ viga dupla galv	un	2	12,45 €	24,89 €
Calha U 40x20x3 c/140mm furada galv.	un	28	1,76 €	49,39 €
Acessório para fixação caixilho alumínio	un	61	4,41 €	269,01 €
Fixador de canto para platibanda	un	20	3,08 €	61,60 €
Esquadro para fixação de perfis 150mm galv.	un	15	4,41 €	66,15 €
Viga C150 para tecto com 2050mm	un	20	22,73 €	454,52 €
Viga C150 para tecto com 3100mm	un	19	27,04 €	513,73 €
Parafuso Sxt.c/f Ani R. DIN6921 8.8 Zn M12x25	un	730	0,12 €	86,87 €
Parafuso C.Sxt.c/F.Anti R.DIN6921 8.8 Zn12x30	un	44	0,13 €	5,54 €
Parafuso Sxt.c/f Ani R. DIN6921 8.8 Zn M12x45	un	64	0,40 €	25,54 €
Parafuso Sxt.RP DIN 931 8.8 Zn M12X75	un	32	0,21 €	6,72 €
Parafuso Sxt. 8.8 M12x90 Zn	un	56	0,27 €	14,90 €
Porca Sxt. c/falsa anilha DIN6923 Fe Zn M12	un	977	0,05 €	51,98 €
Parafuso Atp.Sxt.DIN 7504K Aço Zn 6,3x25	un	555	0,02 €	11,66 €
Parafuso Atp.Sxt.DIN 7504K Aço Zn 6,3x32	un	204	0,03 €	5,99 €
Bucha segmentada M8x70mm zinc	un	51	0,11 €	5,71 €
Diagonal de tecto MODIKO 1378mm	un	32	5,75 €	184,09 €
Diagonal de parede MODIKO 1425x2700 (2968mm)	un	4	15,62 €	62,48 €
Diagonal de parede MODIKO 1950x2700 (3241mm)	un	18	16,49 €	296,88 €
Acessório de diagonais - externo	un	22	5,33 €	117,29 €
Acessório de diagonais - interno esquerdo	un	11	6,27 €	68,99 €
Acessório de diagonais - interno direito	un	11	6,27 €	68,99 €
Gancho de Ancoragem para Diagonal MODIKO	un	22	1,91 €	42,04 €
Parede MODIKO 2850mmx1050mm	un	1	121,88 €	121,88 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Parede MODIKO 2850mmx1425mm	un	2	180,08 €	360,15 €
Parede MODIKO 2850mmx1875mm	un	1	213,50 €	213,50 €
Parede MODIKO 2850mmx1950mm	un	10	216,85 €	2.168,54 €
Parede inferior MODIKO 1100mmx1425mm	un	2	72,96 €	145,91 €
Parede inferior MODIKO 1850mmx1800mm	un	1	143,04 €	143,04 €
Padial MODIKO 315mmx1050mm	un	1	19,22 €	19,22 €
Padial MODIKO 315mmx1425mm	un	8	22,16 €	177,27 €
Padial MODIKO 315mmx1800mm	un	2	26,22 €	52,43 €
Padial MODIKO 315mmx1875mm	un	2	26,81 €	53,62 €
Padial MODIKO 315mmx1950mm	un	2	27,33 €	54,66 €
Padial MODIKO 1050mmx1425mm	un	2	69,63 €	139,26 €
Padial MODIKO 2025mmx1425mm	un	1	149,37 €	149,37 €
Platibanda MODIKO 650mmx1339mm	un	1	61,40 €	61,40 €
Platibanda MODIKO 650mmx1575mm	un	8	63,76 €	510,05 €
Platibanda MODIKO 650mmx1864mm	un	4	73,74 €	294,94 €
Platibanda MODIKO 650mmx2100mm	un	10	75,99 €	759,92 €
Placa madeira OSB (2500x1250x12mm)	un	28	5,85 €	163,86 €
Contraplacado PLYIII (2500x1250x30mm)	m ²	6	77,92 €	467,54 €
Canto exterior EPS100 CE75x75 c/650mm	un	5	4,26 €	21,32 €
Canto exterior EPS100 CE150x150 com 1425mm	un	6	8,60 €	51,62 €
União de parede EPS100 UP150 com 1425mm	un	26	2,50 €	65,09 €
Canto exterior EPS100 C-CX-P150x150 c/1200mm	un	18	3,91 €	70,38 €
Ombreira EPS100 P-CX150 com 1200mm	un	9	4,12 €	37,07 €
Fornecimento e mont. de esteira de isolamento	m ²	84,42	14,43 €	1.218,52 €
For e Mont de Cobertura Paineis Sandwich 40mm	m ²	84,42	79,80 €	6.736,72 €
Forn. e aplicação de cobertura plana	un	13,56	51,80 €	702,41 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m ²	2,88	63,00 €	181,44 €
Porta c/fixo PVC branco/anod.prata 1875x2400	un	1	1.482,60 €	1.482,60 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	1.330,00 €	2.660,00 €
Janela basculante 1800x665	un	1	312,20 €	312,20 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x665	un	1	152,60 €	152,60 €
Janela basculante 3000x665	un	1	455,00 €	455,00 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x2400	un	1	667,84 €	667,84 €
Forras de paredes com lã mineral normais	m ²	108	26,60 €	2.872,80 €
Paredes int. mont 70 normal lã mineral	m ²	8	34,30 €	274,40 €
Pared int mont70 pladur Hid/Stan c/lã mineral	m ²	32,975	34,30 €	1.131,05 €
Tectos em pladur standard sem alheta	m ²	73,43	26,60 €	1.953,24 €
Aplicação de parede exterior em Viroc cinza	m ²	7	40,60 €	284,20 €
Tectos em Pladur Hidrófugado sem Alheta	m ²	13,07	26,60 €	347,66 €
Exec. de trab. de pint. em pared. Interiores	m ²	156,975	6,30 €	988,95 €
Exec. de trab. de pint. em tetos Interiores	m ²	73,43	6,30 €	462,62 €
Execução de trab. de pint. em tectos Exterior	un	13,07	7,00 €	91,49 €
Aplicação de Fechos de ETIC'S em Obra	m ²	170,03	19,60 €	3.332,59 €
Inst. de Redes de: Água, Esg., ITED, Gás, Elec.	un	87,07	58,80 €	5.119,72 €
Referências pertencentes G-1012 (22,5x45) Ñ Rec	m ²	43,64	13,23 €	577,36 €
Referências pertencentes G-1041 (35x70) Rect.	un	10,91	27,44 €	299,38 €
Referências pertencentes G-1017 (45x45) Ñ Rec	m ²	4,83	15,68 €	75,74 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Land Grey G-1028 (60x60)	m ²	11,66	21,07 €	245,67 €
Assentamento de Cerâmicos Ñ Rectif	m ²	71,04	15,40 €	1.094,02 €
Flut. régua única Finsa AC4 carv. 10mm c/tela	m ²	56,94	27,72 €	1.578,37 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	1	48,29 €	48,29 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	1	60,65 €	60,65 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	1	28,20 €	28,20 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	45,86 €	45,86 €
Lavatório CUBIC 60 (60x34,5) (CCLV3E)	un	1	141,25 €	141,25 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	30,94 €	30,94 €
Válvula clic-clac p/ lavatório	un	2	7,94 €	15,88 €
Torneira SILK lavatório (14x11,7)(TSKL0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK banheira (TSKB0001M0)	un	1	90,64 €	90,64 €
Móvel WC 44,5 Branco	un	1	205,80 €	205,80 €
Con. porta-aro em carvalho com ferragem inc.	un	2	252,00 €	504,00 €
Armário roupeiro com porta de abrir (180x240)	un	2	938,00 €	1.876,00 €
Rodapé	un	62,79	6,30 €	395,58 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	2.452,80 €	2.452,80 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m ²	3,04	312,20 €	949,09 €
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m ²	6,27	23,10 €	144,84 €
Furo p/tampo de lava-louça (quad./rect.)	m ²	1	30,80 €	30,80 €
Furo para tampo de misturadora	m ²	1	11,20 €	11,20 €
Lava Louça Classic 1 1/2 C1E	un	1	201,67 €	201,67 €
Misturadora cano alto IN995 Teka	un	1	66,64 €	66,64 €
PREÇO FINAL s/IVA (Fornecido pela Empresa)	69.372,35 €			
PREÇO FINAL c/IVA	85.327,99 €			

Tabela 8. Orçamento modelo T3 - TÉKETO

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Terraplanagem s/ movimentação de terras p/ vazadouro	un	60,51	2,16 €	130,40 €
Betão C20/25 Inc. Aço e cofragem em ensoleiramento	m ³	60,41	244,18 €	14.750,61 €
Sapata para pilar simples PS-2C	un	29	15,86 €	459,87 €
Sapata para pilar de canto PC-4C	un	1	23,54 €	23,54 €
Sapata para pilar reforçado PR-3C	un	4	17,93 €	71,71 €
Perfil "C" MODIKO 1050mm	un	1	32,46 €	32,46 €
Perfil "C" MODIKO 1350mm (padial)	un	2	41,04 €	82,08 €
Perfil "C" MODIKO 1800mm (padial)	un	2	50,85 €	101,69 €
Perfil "C" MODIKO 1875mm (padial)	un	1	52,12 €	52,12 €
Perfil "C" MODIKO 1950mm	un	3	51,49 €	154,46 €
Perfil "C" MODIKO 3000mm	un	8	72,19 €	577,53 €
Perfil "2C" MODIKO 1200mm	un	6	79,10 €	474,58 €
Perfil "2C" MODIKO 1950mm	un	7	114,47 €	801,31 €
Perfil "2C" MODIKO 2100mm	un	2	120,27 €	240,53 €
Perfil "2C" MODIKO 3000mm	un	34	160,09 €	5.443,00 €
Perfil "2C" MODIKO 3150mm	un	3	167,42 €	502,27 €
Perfil "2C" MODIKO 4050mm	un	9	212,05 €	1.908,49 €
Perfil "2C" MODIKO 4200mm	un	7	218,18 €	1.527,24 €
Viga C150 para teto com 2050mm	un	14	29,28 €	409,89 €
Viga C150 para teto com 4150mm	un	29	43,15 €	1.251,43 €
Esquadro para fixação de perfis 150mm galvanizado	un	22	5,68 €	124,99 €
Calha U 40x20x3 c/140mm furada galvanizada	un	42	2,27 €	95,45 €
Caixa de fecho 150x150mm p/ viga simples galvanizada	un	12	14,15 €	169,83 €
Acessórios para fixação caixilho alumínio	un	22	5,68 €	124,99 €
Fixador de canto para platibanda	un	28	3,97 €	111,10 €
Parafuso Sxt.c/f Ani R.DIN6921 8.8 Zn M12x25	un	792	0,15 €	121,41 €
Parafuso C.Sxt.c/f Ani R.DIN6921 8.8 Zn12x30	un	64	0,16 €	10,39 €
Parafuso Sxt.c/f Ani R.DIN6921 8.8 Zn M12x45	un	48	0,51 €	24,67 €
Parafuso Sxt.RP DIN931 8.8 Zn M12x75	un	44	0,27 €	11,90 €
Parafuso Sxt. 8.8 M12x90 Zn	un	84	0,34 €	28,79 €
Porca Sxt. c/falsa anilha DIN6923 Fe Zn M12	un	1095	0,07 €	75,05 €
Parafuso Atp.Sxt.DIN7504K Aço Zn 6,3x25	un	717	0,03 €	19,43 €
Parafuso Atp.Sxt.DIN7504K Aço Zn 6,3x32	un	246	0,04 €	9,32 €
Bucha segmentada M8x70mm zinc	un	63	0,14 €	9,09 €
Diagonal te teto MODIKO 1378mm	un	38	7,41 €	281,62 €
Diagonal de parede MODIKO 1050x2700 (2818mm)	un	6	19,51 €	117,04 €
Diagonal de parede MODIKO 1950x2700 (3241mm)	un	26	21,25 €	552,46 €
Acessório de diagonais - externo	un	32	6,87 €	219,79 €
Acessório de diagonais - interno esquerdo	un	16	8,08 €	129,28 €
Acessório de diagonais - interno direito	un	16	8,08 €	129,28 €
Gancho de Ancoragem para diagonal MODIKO	un	32	4,92 €	157,57 €
Parede MODIKO 2850mmx1050mm	un	2	157,02 €	314,04 €
Parede MODIKO 2850mmx900mm	un	2	157,02 €	314,04 €
Parede MODIKO 2850mmx1875mm	un	1	275,05 €	275,05 €
Parede MODIKO 2850mmx1950mm	un	14	279,37 €	3.911,24 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Parede inferior MODIKO 1100mmx1800mm	un	1	109,57 €	109,57 €
Parede inferior MODIKO 1100mmx1950mm	un	1	113,23 €	113,23 €
Padial MODIKO 315mmx1050mm	un	3	24,77 €	74,31 €
Padial MODIKO 315mmx1350mm	un	2	27,78 €	55,55 €
Padial MODIKO 315mmx1800mm	un	1	33,78 €	33,78 €
Padial MODIKO 315mmx1875mm	un	2	33,78 €	67,55 €
Padial MODIKO 315mmx1950mm	un	5	35,21 €	176,03 €
Platibanda MODIKO 650mmx964mm	un	1	62,30 €	62,30 €
Platibanda MODIKO 650mmx1200mm	un	3	65,25 €	195,75 €
Platibanda MODIKO 650mmx1339mm	un	1	79,11 €	79,11 €
Platibanda MODIKO 650mmx1575mm	un	3	82,14 €	246,41 €
Platibanda MODIKO 650mmx1864mm	un	7	94,99 €	664,93 €
Platibanda MODIKO 650mmx2100mm	un	20	97,86 €	1.957,17 €
Canto exterior EPS100 CE75x75 c/650mm	un	12	5,49 €	65,92 €
Canto exterior EPS100 CE150x150 c/1425mm	un	6	11,08 €	66,50 €
União de parede EPS100 UP150 c/1425mm	un	18	3,22 €	58,04 €
Canto exterior EPS100 C-CX-P150x150 c/1425mm	un	15	5,04 €	75,57 €
Ombreira EPS100 P-CX150 com 1200mm	un	12	3,19 €	38,29 €
Referências pertencentes G-1012 (22,5x45) Ñ retificado	m ²	40,54	13,57 €	550,26 €
Referências pertencentes G-1043 (35x70) Retificado	m ²	10,137	28,15 €	285,36 €
Referências pertencentes G-1017 (45x45) Ñ retificado	m ²	8,19	16,09 €	131,75 €
Land Grey G-1028 (60x60)	m ²	12,48	21,62 €	269,77 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m ²	3,814	60,33 €	230,08 €
Porta c/fixo PVC branco/anod.prata 1950x2400	un	1	1.521,07 €	1.521,07 €
Porta 2 folhas PVC branco/anod.prata 1950x2400	un	1	854,61 €	854,61 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	1.220,88 €	2.441,75 €
Janela basculante 1950x665	un	1	311,68 €	311,68 €
Janela basculante 1800x665	un	1	320,30 €	320,30 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1950x2400	un	1	629,10 €	629,10 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1800x2400	un	1	584,58 €	584,58 €
Janela oscilo-batente 1 folha 1050x2400	un	1	420,84 €	420,84 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1350x2400	un	2	289,87 €	579,73 €
Forra para pilar cor champanhe (150mmx2400mm)	un	3	172,36 €	517,08 €
Flutuante régua única FINSA AC4 carv. 10mm c/tela	m ²	87,06	28,44 €	2.475,92 €
Rodapé	Un	96,32	6,46 €	622,56 €
Tela de barragem	un	120,82	7,18 €	867,68 €
Grelha de ensonbramento	un	6,17	193,90 €	1.196,39 €
Placa madeira OSB (2500x1250x12mm)	un	41	6,00 €	246,16 €
Vidro laminado Fosco/Opalino 12mm	un	6,2	86,18 €	534,31 €
Forras de paredes com lâ mineral normais	m ²	146	27,29 €	3.984,34 €
Paredes interiores mont 70 normal lâ mineral	m ²	30,35	35,19 €	1.068,02 €
Paredes interiores mont 70 pladur Hid/Stan c/lâ mineral	m ²	34,1	35,19 €	1.199,98 €
Tetos em pladur standard sem alheta	m ²	107,73	27,29 €	2.939,95 €
Tetos em pladur hidrófugado sem alheta	m ²	10,2	27,29 €	278,36 €
Aplicação de parede exterior em Viroc cinza	m ²	3	41,65 €	124,96 €
Aplicação de Fechos de ETIC'S em obra	m ²	222,08	20,11 €	4.465,70 €
Assentamento de cerâmicos Ñ Retificados	m ²	71,345	15,80 €	1.127,15 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Acabamento de arestas	m ²	10,2	14,36 €	146,51 €
Execução de trabalhos de pintura em paredes interiores	m ²	240,8	5,03 €	1.210,50 €
Execução de trabalhos de pintura em tetos interiores	m ²	107,73	5,03 €	541,56 €
Execução de trabalhos de pintura em tetos exteriores	m ²	10,2	7,18 €	73,25 €
Fornecimento e montagem de esteira de isolamento	m ²	111,6	43,09 €	4.808,81 €
Forn. e mont. de cobertura Painei Sandwich 40 mm	m ²	111,6		0,00 €
Instalação de redes de: Água, Esgotos, ITED, Gás, Elétrica	un	120,82	60,33 €	7.288,54 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	2	49,53 €	99,06 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	2	62,22 €	124,44 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	2	28,93 €	57,86 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	47,05 €	47,05 €
Lavatório CITY 48 (480x480) (CTLV1)	un	2	99,48 €	198,96 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Banheira CUBIC (150x70) B70BI	un	1	114,62 €	114,62 €
Estrutura Banho CUBIC (150x70) KEMCB15070 ZNC	un	1	48,26 €	48,26 €
Painel Frontal CUBIC (150x50) B150SCB	un	1	87,60 €	87,60 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	31,74 €	31,74 €
Válvula para base de chuveiro	un	1	19,00 €	19,00 €
Válvula clic-clac para lavatório	un	3	6,98 €	20,94 €
Móvel WC lacado branco (58x55x34,5)	un	1	172,36 €	172,36 €
Rampa sem Chuveiro CROMO (OLI)	un	1	34,54 €	34,54 €
Torneira SILK lavatório (14x11,7) (TSKL1601M0)	un	2	104,06 €	208,12 €
Torneira SILK Bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	57,47 €	57,47 €
Torneira SILK Banheira (TSKB0001M0)	un	1	88,68 €	88,68 €
Torneira SILK Chuveiro (TSKD0001M0)	un	1	80,53 €	80,53 €
Armário roupeiro com porta de abrir (240x240)	un	3	1.249,60 €	3.748,80 €
Armário roupeiro com porta de abrir (300x240)	un	1	1.666,14 €	1.666,14 €
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	un	5	172,36 €	861,79 €
Painel de correr por fora	un	1	430,90 €	430,90 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	1.146,19 €	1.146,19 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	un	2,41	320,30 €	771,92 €
Roda Tampo em Silestone Grupo I	un	5,22	23,70 €	123,71 €
Furo p/ Tampo de lava-louça (quad./ret.)	un	1	31,60 €	31,60 €
Furo para tampa de misturadora	un	1	11,49 €	11,49 €
Lava-louça Universo 1C1E 79	un	1	136,45 €	136,45 €
Misturadora cano alyo IN995 TEKA	un	1	68,37 €	68,37 €
PREÇO FINAL s/IVA (Fornecido pela Empresa)	95.876,33 €			
PREÇO FINAL c/IVA	117.927,89 €			

ANEXO III – ORÇAMENTO SIT

Tabela 9. Orçamento modelo T1 - SIT

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de Arquitetura	un	1	1.100,00 €	1.100,00 €
Projeto de especialidades	un	1	1.800,00 €	1.800,23 €
Fecho/ tamponamento da parte inferior do módulos	m ³	37,5	9,33 €	349,88 €
Geotêxtil	m ²	120	2,57 €	308,40 €
PREÇO FINAL s/IVA (Fornecido pela Empresa)	50.191,00 €			
PREÇO FINAL s/IVA	53.749,28 €			
PREÇO FINAL c/IVA	66.111,61 €			

Tabela 10. Orçamento do modelo T3 - SIT

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de Arquitetura	un	1	1.400,00 €	1.400,00 €
Projeto de especialidades	un	1	1.800,00 €	1.800,00 €
Fecho/ tamponamento da parte inferior do módulos	m ³	72,5	9,33 €	676,43 €
Geotêxtil	m ²	210	2,57 €	539,70 €
PREÇO FINAL s/IVA (Fornecido pela empresa)	100.676,00 €			
PREÇO FINAL s/IVA	105.092,13 €			
PREÇO FINAL c/IVA	129.263,31 €			

ANEXO IV – ORÇAMENTO MODULAR SYSTEM

Tabela 11. Orçamento do modelo T1 - MODULAR SYSTEM

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	un	1	2.547,04 €	2.547,04 €
Projeto de especialidades	un	1	2.547,04 €	2.547,04 €
Blocos de betão e preparação do terreno	un	6	250,00 €	1.500,00 €
PREÇO FINAL s/IVA (Fornecido pela Empresa)	65.900,00 €			
PREÇO FINAL s/IVA	72.494,07 €			
PREÇO FINAL c/IVA	89.167,71 €			

Tabela 12. Orçamento do modelo T3 - MODULAR SYSTEM

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	un	1	4090,93 €	4090,93 €
Projeto de especialidades	un	1	4090,93 €	4090,93 €
Blocos de betão e preparação do terreno	un	10	250,00 €	2.500,00 €
PREÇO FINAL s/IVA (Fornecido pela Empresa)	115.400,00 €			
PREÇO FINAL s/IVA	126.081,86 €			
PREÇO FINAL s/IVA	155.080,69 €			

ANEXO V – ORÇAMENTO ICFs

Tabela 13. Orçamento do modelo T1 - ICFs

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	un	1	1.927,76 €	1.927,76 €
Projeto de especialidades	un	1	1.927,76 €	1.927,76 €
Laje aligeirada com abobadilha cerâmica piso	m ²	58,5	49,84 €	2.915,64 €
Ensoleiramento geral	m ³	21,3	188,04 €	4.005,25 €
Cofragem para ensoleiramento geral	m ²	20,5	10,80 €	221,40 €
Betão de limpeza C12/15	m ²	71	11,58 €	822,18 €
ICFs (Tabela 14)	un	1	7.587,66 €	7.587,66 €
Reboco liso para acabamento exterior	m ²	107	16,82 €	1.799,74 €
Sistema "KNAUF" de placas de gesso laminado	m ²	60	14,75 €	885,00 €
Sistema "KNAUF" placas de gesso laminado	m ²	7,5	33,96 €	254,70 €
Sistema "KNAUF" placas de gesso laminado (hidrófugas)	m ²	4,5	40,33 €	181,49 €
Pintura a tinta plástica exterior	m ²	107	6,95 €	743,65 €
Pintura a tinta plástica interiores	m ²	93,5	8,70 €	813,45 €
Referências pertencentes G-1012 (22,5x45) Ñ Rect.	m ²	43,64	577,36 €	577,36 €
Referências pertencentes G-1041 (35x70) Rect.	un	10,91	299,38 €	299,38 €
Referências pertencentes G-1017 (45x45) Ñ Rect.	m ²	4,83	75,74 €	75,74 €
Land Grey G-1028 (60x60)	m ²	11,66	245,67 €	245,67 €
Teto - placas de gesso laminado, sistema "KNAUF"	m ²	54	21,42 €	1.156,68 €
Teto - placas de gesso laminado, sistema "KNAUF"	m ²	6	24,26 €	145,56 €
Isolamento lã mineral	m ²	60	8,43 €	505,80 €
Cobertura plana, não acessível sem ventilação	m ²	60	56,33 €	3.379,80 €
Capeamento metálico, chapa galvanizada	m	41	24,91 €	1.021,31 €
Pavimento laminado	m ²	44	25,97 €	1.142,68 €
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	27,5	4,93 €	135,58 €
Perfil para juntas	m	2	8,39 €	16,78 €
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	un	2	202,49 €	404,98 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	1	48,29 €	48,29 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	1	60,65 €	60,65 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	1	28,20 €	28,20 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	45,86 €	45,86 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Lavatório CUBIC 60 (60x34,5) (CCLV3E)	un	1	141,25 €	141,25 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	30,94 €	30,94 €
Válvula clic-clac p/ lavatório	un	2	15,88 €	15,88 €
Torneira SILK lavatório (14x11,7)(TSKL0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK banheira (TSKB0001M0)	un	1	90,64 €	90,64 €
Móvel WC 44,5 Branco	un	1	205,80 €	205,80 €
Armário roupeiro com porta de abrir (180x240)	un	2	1.876,00 €	1.876,00 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	2.452,80 €	2.452,80 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m ²	3,04	949,09 €	949,09 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m ²	6,27	144,84 €	144,84 €
Furo p/tampo de lava-louça (quad./rect.)	m ²	1	30,80 €	30,80 €
Furo para tampo de misturadora	m ²	1	11,20 €	11,20 €
Lava Louça Classic 1 1/2 C1E	un	1	201,67 €	201,67 €
Misturadora cano alto IN995 Teka	un	1	66,64 €	66,64 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m	10,1	22,08 €	223,01 €
Parapeito janelas	m	3,25	22,08 €	71,76 €
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1875x2400	un	1	1.482,60 €	1.482,60 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	2.660,00 €	2.660,00 €
Janela basculante 1800x665	un	1	312,20 €	312,20 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x665	un	1	152,60 €	152,60 €
Janela basculante 3000x665	un	1	455,00 €	455,00 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x2400	un	1	667,84 €	667,84 €
Inst. de Redes de: Água, Esgotos, ITED, Gás, Elétrica	un	87,07	58,80 €	5.119,72 €
PREÇO FINAL s/IVA	47.191,26 €			
LUCRO (10%)	4.719,13 €			
PREÇO FINAL s/IVA	55.765,91 €			
PREÇO FINAL c/IVA	68.592,07 €			

Tabela 14. Orçamento da estrutura em ICFs (T1)

PRO FORMS

Artigo	Marca	Espessura (m)	Qtd (unid)	Preço Unitário	Total
Corner 90	PRO	0,16	4	11,57 €	46,26 €
Standard	PRO	0,10	5	11,19 €	55,95 €
Standard	PRO	0,16	30	11,57 €	346,95 €
Sub Total:					449,16 €

KD FORMS

Artigo	Marca	Espessura (m)	Qtd (unid)	Preço Unitário	Total
2,5m Standard	KD	Panel	215	4,87 €	1.046,09 €
Corner 90	KD	0,16	28	14,97 €	419,19 €
Sub Total:					1.465,28 €

VARÕES DE AÇO

Artigo	Díâmetro (mm)	Qtd (m)	Preço Unitário	Total
0,61mx0,61m - 90Corners	12	39,01	0,68 €	26,57 €
Around openings	16	75,59	1,20 €	90,77 €
Lintéis	6	24,69	0,18 €	4,54 €
Reforço de paredes	12	289,26	0,68 €	196,99 €
Reforço de paredes	20	192,63	1,88 €	361,61 €
Sub Total:				680,46 €

ESTRIBOS

Artigo	Díâmetro	Qtd (unid)	Qtd (caixas)	Preço Unitário	Total
Estribos	6	107	2,13	0,749 €	1,60€
Sub Total:					1,60€

BETÃO

Artigo	Qtd (m³)	Preço Unitário	Total
Betão	18,03	65,00€	1.172,24€
Sub Total:			1.172,24€

COFRAGEM PARA ABERTURAS

Artigo	Espessura	Qtd (m)	Preço Unitário	Total
Cofragem de abertura	0,10	6,13	7,38€	45,25 €
Cofragem de abertura	0,16	43,21	7,38€	318,97 €
Sub Total:				364,22 €

FORM LOCKS

Artigo	Espessura (m)	Número de	Qtd (m)	Preço Unitário	Total
Form Lock	0,10	1	11,03	37,43€	37,43 €
Form Lock	0,16	3	81,72	41,17€	123,51 €
Sub Total:					160,94 €

ESCORAMENTO

Artigo	Semanas de	Qtd (unid)	Preço unitário	Total
Escoras (prumos metálicos)	2	23	11,23€	516,50 €

Sub Total: 516,50 €

ZIP TIES/HOOKS

Artigo	Sacos	Qtd (caixas)	Preço Unitário	Total
Horiz. hooks	3	165	8,23 €	24,70 €
Vert. hooks	10	475	8,23 €	82,34 €

Sub Total: 107,04 €

OUTROS

Artigo	Qtd (unid)	Preço Unitário	Total
Espuma poliuretano	1	10,10 €	10,10 €
Horizontal Logix Rod	1	44,89 €	44,89 €
Vertocal Logix Rod	1	48,63 €	48,63 €
Fita	6	2,06 €	12,34 €

Sub Total: 115,97 €

MÃO-DE-OBRA

Trabalho	Qtd (Horas)	Preço Unitário	Total
Paredes Exteriores: Piso 0	144,98	16,00 €	2.319,63 €
Parede interior: Piso 0	14,66	16,00 €	234,62 €

Sub Total: 2.554,25 €

Custo Material 5.033,41 €
Custo Mão de obra 2.554,25 €

TOTAL (s/IVA) 7.587,66 €

Tabela 15. Orçamento do modelo T3 - ICFs

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	un	1	2.887,68 €	2.887,68 €
Projeto de especialidades	un	1	2.887,68 €	2.887,68 €
Laje aligeirada com abobadilha cerâmica piso	m ²	103,5	52,31 €	5.414,09 €
Laje maciça em consola	m ²	14,5	77,61 €	1.125,35 €
Ensoleiramento geral	m ³	40,5	188,06 €	7.616,43 €
Cofragem para ensoleiramento geral	m ²	30,5	10,80 €	329,40 €
Betão de limpeza C12/15	m ²	135	11,58 €	1.563,30 €
ICFs (Tabela 16)	un	1	11.911,77 €	11.911,77 €
Reboco liso para acabamento exterior (armado)	m ²	160	16,82 €	2.691,20 €
Sistema "KNAUF" de revestimento interior direto, de placas de gesso laminado	m ²	93	14,70 €	1.367,10 €
Sistema "KNAUF" de estrutura autoportante de placas de gesso laminado	m ²	39	33,91 €	1.322,49 €
Sistema "KNAUF" de estrutura autoportante de placas de gesso laminado (hidrófugas)	m ²	6	40,28 €	241,68 €
Pintura a tinta plástica exterior	m ²	160	6,91 €	1.105,60 €
Pintura a tinta plástica interior	m ²	132	8,64 €	1.140,48 €
Ref. pertencentes G-1012 (22,5x45) Ñ retificado (WC)	m ²	20,5	13,57 €	278,25 €
Ref. pertencentes G-1043 (35x70) Retificado	m ²	11	28,15 €	309,65 €
Ref. pertencentes G-1017 (45x45) Ñ retificado (WC piso)	m ²	5	16,09 €	80,43 €
Land Grey G-1028 (60x60) Ñ retificado (Cozinha piso)	m ²	17	21,62 €	367,48 €
Tecto falso contínuo de placas de gesso laminado, sistema "KNAUF"	m ²	94	21,37 €	2.008,78 €
Tecto falso contínuo de placas de gesso laminado, sistema "KNAUF" (hidrófugas)	m ²	9	24,21 €	217,89 €
Isolamento sobre tectos falsos com lãs minerais	m ²	105	8,43 €	885,15 €
Cobertura plana, não acessível sem ventilação	m ²	106	56,43 €	5.981,58 €
Capeamento metálico, chapa galvanizada	m	60	24,99 €	1.499,40 €
Pavimento laminado	m ²	78	25,95 €	2.024,10 €
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	54,5	4,92 €	268,14 €
Perfil para juntas	m	6	8,37 €	50,22 €
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	un	5	202,31 €	1.011,55 €
Porta interior de correr	un	1	228,79 €	228,79 €
Caixilho metálico para porta de correr	un	1	341,82 €	341,82 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	2	49,53 €	99,06 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	2	62,22 €	124,44 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	2	28,93 €	57,86 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	47,05 €	47,05 €
Lavatório CITY 48 (480x480) (CTLV1)	un	2	99,48 €	198,96 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Banheira CUBIC (150x70) B70BI	un	1	114,62 €	114,62 €
Estrutura Banho CUBIC (150x70) KEMCB15070 ZNC	un	1	48,26 €	48,26 €
Painel Frontal CUBIC (150x50) B150SCB	un	1	87,60 €	87,60 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	31,74 €	31,74 €
Válvula para base de chuveiro	un	1	19,00 €	19,00 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Válvula clic-clac para lavatório	un	3	6,98 €	20,94 €
Móvel WC lacado branco (58x55x34,5)	un	1	172,36 €	172,36 €
Rampa sem Chuveiro CROMO (OLI)	un	1	34,54 €	34,54 €
Torneira SILK lavatório (14x11,7) (TSKL1601M0)	un	2	104,06 €	208,12 €
Torneira SILK Bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	57,47 €	57,47 €
Torneira SILK Banheira (TSKB0001M0)	un	1	88,68 €	88,68 €
Torneira SILK Chuveiro (TSKD0001M0)	un	1	80,53 €	80,53 €
Armário roupeiro com porta de abrir (240x240)	un	3	1.249,60 €	3.748,80 €
Armário roupeiro com porta de abrir (300x240)	un	1	1.666,14 €	1.666,14 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	1.146,19 €	1.146,19 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m ²	2,41	320,30 €	771,92 €
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m ²	5,22	23,70 €	123,71 €
Furo p/ Tampo de lava-louça (quad./ret.)	m ²	1	31,60 €	31,60 €
Furo para tampa de misturadora	m ²	1	11,49 €	11,49 €
Lava-louça Universo (1C1E 79)	un	1	136,45 €	136,45 €
Misturadora cano alyo IN995 TEKA	un	1	68,37 €	68,37 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m	17,4	22,06 €	383,84 €
Parapeito janelas	m	3,7	22,06 €	81,62 €
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1950x2400	un	1	1.521,07 €	1.521,07 €
Porta 2 folhas PVC branco/anod. prata 1950x2400	un	1	854,61 €	854,61 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	1.220,88 €	2.441,75 €
Janela basculante 1950x665	un	1	311,68 €	311,68 €
Janela basculante 1800x665	un	1	320,30 €	320,30 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1950x2400	un	1	629,10 €	629,10 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1800x2400	un	1	584,58 €	584,58 €
Janela oscilo-batente 1 folha 1050x2400	un	1	420,84 €	420,84 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1350x2400	un	2	289,87 €	579,73 €
Inst. de Redes de: Água, Esgotos, ITED, Gás, Elétrica	un	120,82	60,33 €	7.288,54 €
PREÇO FINAL s/IVA	76.192,17 €			
LUCRO (10%)	7.619,22 €			
PREÇO FINAL s/IVA	89.586,75 €			
PREÇO FINAL c/IVA	110.191,70 €			

Tabela 16. Orçamento da estrutura ICFs (T3)

PRO FORMS

Artigo	Marca	Espessura	Qtd (unid)	Preço	Total
Corner 90	PRO	0,16	11	11,57 €	127,22 €
Standard	PRO	0,10	8	11,19 €	89,53 €
Standard	PRO	0,16	42	11,57 €	485,73 €
Sub Total:					702,47 €

KD FORMS

Artigo	Marca	Espessura	Qtd (unid)	Preço	Total
2,5m Standard	KD	Panel	325	4,87 €	1.581,30 €
Corner 90	KD	0,16	77	14,97 €	1.152,76 €
Sub Total:					2.734,06 €

VARÕES DE AÇO

Artigo	Diâmetro	Qtd (m)	Preço	Total
0,61mx0,61m - 90Corners	12	107,29	0,68 €	73,06 €
Around openings	16	123,75	1,20 €	148,60 €
Lintéis	6	38,41	0,18 €	7,05 €
Reforço de paredes	12	435,86	0,68 €	296,82 €
Reforço de paredes	20	290,47	1,88 €	545,27 €
Sub Total:				1.070,81 €

ESTRIBOS

Artigo	Diâmetro	Qtd (unid)	Qtd (caixas)	Preço	Total
Estribos	6	107	3,23	0,749 €	2,42 €
Sub Total:					2,42 €

BETÃO

Artigo	Qtd (m ³)	Preço	Total
Betão	26,85	65,00 €	1.745,25 €
Sub Total:			1.745,25 €

COFRAGEM PARA ABERTURAS

Artigo	Espessura	Qtd (m)	Preço	Total
Cofragem de aberturas	0,10	10,44	7,38 €	77,06 €
Cofragem de aberturas	0,16	69,35	7,38 €	511,89 €
Sub Total:				588,95 €

FORM LOCKS

Artigo	Espessur	Número de	Qtd (m)	Preço	Total
Form Lock	0,10	1	20,02	37,43 €	37,43 €
Form Lock	0,16	4	121,65	41,17 €	164,68 €
Sub Total:					202,11 €

ESCORAMENTO

Artigo	Semanas de	Qtd (unid)	Preço	Total
Escoras (prumos metálicos)	2	34	11,23 €	763,52 €

Sub Total: 763,52 €

ZIP TIES/HOOKS

Artigo	Sacos	Qtd (caixas)	Preço	Total
Horiz. hooks	3	248	8,23 €	24,70 €
Vert. hooks	10	715	8,23 €	82,34 €

Sub Total: 107,04 €

OUTROS

Artigo	Qtd (unid)	Preço	Total
Espuma poliuretano	1	10,10 €	10,10 €
Vertical Logix Rod	1	44,89 €	44,89 €
Horizontal Logix Rod	1	48,63 €	48,63 €
Fita	6	2,06 €	12,34 €

Sub Total: 115,97 €

MÃO-DE-OBRA

Trabalho	Qtd (Horas)	Preço	Total
Paredes Exteriores: Piso 0	215,82	16,00 €	3.453,18 €
Parede interior: Piso 0	26,62	16,00 €	425,99 €

Sub Total: 3.879,18 €

Custo Material 8.032,59 €
Custo Mão de Obra 3.879,18 €

TOTAL 11.911,77 €

ANEXO VI – ORÇAMENTO CONSTRUÇÃO TRADICIONAL

Mercado normal

Tabela 17. Orçamento do modelo T1 - construção tradicional

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	un	1	2.111,96 €	2.111,96 €
Projeto de especialidades	un	1	2.111,96 €	2.111,96 €
Escavação de caboucos	m ³	106,8	23,10 €	2.467,08 €
Laje aligeirada com abobadilha cerâmica piso	m ²	60	49,84 €	2.990,40 €
Laje térrea ventilada (30 cm)	m ²	60	41,67 €	2.500,20 €
Sapatas de fundação C25/30	m ³	1,8	168,66 €	303,59 €
Vigas entre sapatas C25/30 lintel	m ³	3,2	163,51 €	523,23 €
Pilaretes de fundação com cofragem	m ³	0,4	265,25 €	106,10 €
cofragem metálica para vigas lintel	m ²	21	14,61 €	306,81 €
cofragem metálica para sapatas	m ²	6,84	15,38 €	105,20 €
Betão para pilares C25/30 com armadura e cofragem	m ³	1,32	761,84 €	1.005,63 €
Betão para vigas C25/30 com armadura e cofragem	m ³	6,2	378,94 €	2.349,43 €
Betão de limpeza C12/15	m ²	106,8	11,58 €	1.236,74 €
Paramento exterior de bloco térmico (20cm)	m ²	86,1	27,02 €	2.326,42 €
Sistema ETICS, weber cemarska c/ revestimento acrílico	m ²	111,1	62,69 €	6.964,86 €
Reboco liso para acabamento (interior)	m ²	86,1	11,65 €	1.003,07 €
Pintura a tinta plástica exterior	m ²	90	6,95 €	625,50 €
Paramento interior divisório em alvenaria (11 cm)	m ²	7,5	10,26 €	76,95 €
Reboco liso para acabamento interior	m ²	15	11,65 €	174,75 €
Pintura a tinta plástica interior	m ²	111	8,70 €	965,70 €
Referências pertencentes G-1012 (22,5x45) Ñ Rec	m ²	43,64	13,23 €	577,36 €
Referências pertencentes G-1041 (35x70) Rect.	un	10,91	27,44 €	299,38 €
Referências pertencentes G-1017 (45x45) Ñ Rec	m ²	4,83	15,68 €	75,74 €
Land Grey G-1028 (60x60)	m ²	11,66	21,07 €	245,67 €
Estuque em teto (1,5 cm)	m ²	60	24,45 €	1.467,00 €
Cobertura plana, não acessível sem ventilação	m ²	61	56,33 €	3.436,13 €
Capeamento metálico, chapa galvanizada	m	41	24,91 €	1.021,31 €
Pavimento laminado	m ²	38	25,97 €	986,86 €
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	24,25	4,93 €	119,55 €
Perfil para juntas	m	2	8,39 €	16,78 €
Com. Porta-aro com ferragem incluída	un	2	202,49 €	404,98 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	1	48,29 €	48,29 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	1	60,65 €	60,65 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	1	28,20 €	28,20 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	45,86 €	45,86 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Lavatório CUBIC 60 (60x34,5) (CCLV3E)	un	1	141,25 €	141,25 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	30,94 €	30,94 €
Válvula clic-clac p/ lavatório	un	2	7,94 €	15,88 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Torneira SILK lavatório (14x11,7)(TSKL0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK banheira (TSKB0001M0)	un	1	90,64 €	90,64 €
Móvel WC 44,5 Branco	un	1	205,80 €	205,80 €
Armário roupeiro com porta de abrir (180x240)	un	2	938,00 €	1.876,00 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	2.452,80 €	2.452,80 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m ²	3,04	312,20 €	949,09 €
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m ²	6,27	23,10 €	144,84 €
Furo p/tampo de lava-louça (quad./rect.)	m ²	1	30,80 €	30,80 €
Furo para tampo de misturadora	m ²	1	11,20 €	11,20 €
Lava Louça Classic 1 1/2 C1E	un	1	201,67 €	201,67 €
Misturadora cano alto IN995 Teka	un	1	66,64 €	66,64 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m	10,1	22,08 €	223,01 €
Parapeito janelas	m	3,25	22,08 €	71,76 €
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1875x2400	un	1	1.482,60 €	1.482,60 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	1.330,00 €	2.660,00 €
Janela basculante 1800x665	un	1	312,20 €	312,20 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x665	un	1	152,60 €	152,60 €
Janela basculante 3000x665	un	1	455,00 €	455,00 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x2400	un	1	667,84 €	667,84 €
Inst. de Redes de: Água, Esgotos, ITED, Gás, Elétrica	un	87,07	58,80 €	5.119,72 €
PREÇO FINAL s/IVA	52.536,20 €			
LUCRO	5.253,62 €			
PREÇO FINAL s/IVA	62.013,73 €			
PREÇO FINAL c/IVA	76.276,89 €			

Tabela 18. Orçamento do modelo T3 - construção tradicional

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	un	1	3.206,64 €	3.206,64 €
Projeto de especialidades	un	1	3.206,64 €	3.206,64 €
Escavação de valas e caboucos	m ³	207	23,00 €	4.761,00 €
Laje aligeirada c/ abobadilha cerâmica piso (vigota dupla)	m ²	44	56,74 €	2.496,56 €
Laje aligeirada com abobadilha cerâmica piso	m ²	62	52,31 €	3.243,22 €
Laje térrea ventilada (30 cm)	m ²	106	41,67 €	4.417,02 €
Laje maciça em consola	m ²	11,8	77,61 €	915,80 €
Sapatas de fundação C25/30	m ³	5,8	168,69 €	978,40 €
Vigas entre sapatas C25/30 lintel	m ³	6,1	163,51 €	997,41 €
Pilaretes de fundação com cofragem	m ³	0,68	265,21 €	180,34 €
cofragem metálica para vigas lintel	m ²	40,6	14,58 €	591,95 €
cofragem metálica para sapatas	m ²	23,7	15,41 €	365,22 €
Betão para pilares C25/30 com armadura e cofragem	m ³	2,3	761,76 €	1.752,05 €
Betão para vigas C25/30 com armadura e cofragem	m ³	11,4	378,82 €	4.318,55 €
Betão de limpeza C12/15	m ²	207	11,58 €	2.397,06 €
Paramento exterior de bloco térmico (20cm)	m ²	117	27,26 €	3.189,42 €
Sistema ETICS, weber cemarska c/ revestimento acrílico	m ²	175	62,91 €	11.009,25 €
Reboco liso para acabamento interior	m ²	117	11,65 €	1.363,05 €
Pintura a tinta plástica exterior	m ²	111	6,91 €	767,01 €
Paramento interior divisório em alvenaria (11 cm)	m ²	55,5	10,20 €	566,10 €
Reboco liso para acabamento interior	m ²	111	11,65 €	1.293,15 €
Pintura a tinta plástica interior	m ²	111	8,64 €	959,04 €
Ref. pertencentes G-1012 (22,5x45) Ñ retificado (WC)	m ²	37,4	13,57 €	507,64 €
Ref. pertencentes G-1043 (35x70) Retificado	m ²	10,5	28,15 €	295,58 €
Ref. pertencentes G-1017 (45x45) Ñ retificado (WC piso)	m ²	8,9	16,09 €	143,17 €
Land Grey G-1028 (60x60) Ñ retificado (Cozinha piso)	m ²	16,72	21,62 €	361,42 €
Estuque em teto (1,5 cm)	m ²	105	26,82 €	2.816,10 €
Cobertura plana, não acessível sem ventilação	m ²	107	56,43 €	6.038,01 €
Capeamento metálico, chapa galvanizada	m	63	24,99 €	1.574,37 €
Pavimento laminado	m ²	52	25,95 €	1.349,40 €
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	46	4,92 €	226,32 €
Perfil para juntas	m	6	8,37 €	50,22 €
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	un	5	202,31 €	1.011,55 €
Porta interior de correr	un	1	228,79 €	228,79 €
Caixilho metálico para porta de correr	un	1	341,82 €	341,82 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	2	49,53 €	99,06 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	2	62,22 €	124,44 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	2	28,93 €	57,86 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	47,05 €	47,05 €
Lavatório CITY 48 (480x480) (CTLV1)	un	2	99,48 €	198,96 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Banheira CUBIC (150x70) B70BI	un	1	114,62 €	114,62 €
Estrutura Banho CUBIC (150x70) KEMCB15070 ZNC	un	1	48,26 €	48,26 €
Painel Frontal CUBIC (150x50) B150SCB	un	1	87,60 €	87,60 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	31,74 €	31,74 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Válvula para base de chuveiro	un	1	19,00 €	19,00 €
Válvula clic-clac para lavatório	un	3	6,98 €	20,94 €
Móvel WC lacado branco (58x55x34,5)	un	1	172,36 €	172,36 €
Rampa sem Chuveiro CROMO (OLI)	un	1	34,54 €	34,54 €
Torneira SILK lavatório (14x11,7) (TSKL1601M0)	un	2	104,06 €	208,12 €
Torneira SILK Bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	57,47 €	57,47 €
Torneira SILK Banheira (TSKB0001M0)	un	1	88,68 €	88,68 €
Torneira SILK Chuveiro (TSKD0001M0)	un	1	80,53 €	80,53 €
Armário roupeiro com porta de abrir (240x240)	un	3	1.249,60 €	3.748,80 €
Armário roupeiro com porta de abrir (300x240)	un	1	1.666,14 €	1.666,14 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	1.146,19 €	1.146,19 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m ²	2,41	320,30 €	771,92 €
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m ²	5,22	23,70 €	123,71 €
Furo p/ Tampo de lava-louça (quad./ret.)	m ²	1	31,60 €	31,60 €
Furo para tampa de misturadora	m ²	1	11,49 €	11,49 €
Lava-louça Universo (1C1E 79)	un	1	136,45 €	136,45 €
Misturadora cano alyo IN995 TEKA	un	1	68,37 €	68,37 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m	17,4	22,06 €	383,84 €
Parapeito janelas	m	3,7	22,06 €	81,62 €
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1950x2400	un	1	1.521,07 €	1.521,07 €
Porta 2 folhas PVC branco/anod. prata 1950x2400	un	1	854,61 €	854,61 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	1.220,88 €	2.441,75 €
Janela basculante 1950x665	un	1	311,68 €	311,68 €
Janela basculante 1800x665	un	1	320,30 €	320,30 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1950x2400	un	1	629,10 €	629,10 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1800x2400	un	1	584,58 €	584,58 €
Janela oscilo-batente 1 folha 1050x2400	un	1	420,84 €	420,84 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1350x2400	un	2	289,87 €	579,73 €
Inst. de Redes de: Água, Esgotos, ITED, Gás, Elétrica	un	120,82	60,33 €	7.288,54 €
PREÇO FINAL s/IVA	86.316,04 €			
LUCRO (10%)	8.631,60 €			
PREÇO FINAL s/IVA	101.360,93 €			
PREÇO FINAL c/IVA	124.673,94 €			

Mercado em recessão

Tabela 19. Orçamento do modelo T1 - construção tradicional

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	ud	1	1.960,50 €	1.960,50 €
Projeto de especialidades	ud	1	1.960,50 €	1.960,50 €
Escavação de caboucos	m ³	106,8	21,28 €	2.272,70 €
Laje aligeirada com abobadilha cerâmica piso	m ²	60	41,73 €	2.503,80 €
Laje térrea ventilada (30 cm)	m ²	60	31,39 €	1.883,40 €
Sapatas de fundação C25/30	m ³	1,8	115,56 €	208,01 €
Vigas entre sapatas C25/30 lintel	m ³	3,2	110,37 €	353,18 €
Pilares de fundação com cofragem	m ³	0,4	194,39 €	77,76 €
cofragem metálica para vigas lintel	m ²	21	13,64 €	286,44 €
cofragem metálica para sapatas	m ²	6,84	14,41 €	98,56 €
Betão para pilares C25/30 com armadura e cofragem	m ³	1,32	613,22 €	809,45 €
Betão para vigas C25/30 com armadura e cofragem	m ³	6,2	289,97 €	1.797,81 €
Betão de limpeza C12/15	m ²	106,8	7,94 €	847,99 €
Paramento exterior de bloco térmico (20cm)	m ²	86,1	24,56 €	2.114,62 €
Sistema ETICS, weber cemarska c/ revestimento acrílico	m ²	111,1	57,14 €	6.348,25 €
Reboco liso para acabamento (interior)	m ²	86,1	10,70 €	921,27 €
Pintura a tinta plástica exterior	m ²	90	6,73 €	605,70 €
Paramento interior divisório em alvenaria (11 cm)	m ²	7,5	8,98 €	67,35 €
Reboco liso para acabamento interior	m ²	15	10,70 €	160,50 €
Pintura a tinta plástica interior	m ²	111	8,29 €	920,19 €
Referências pertencentes G-1012 (22,5x45) Ñ Rec	m ²	43,64	13,23 €	577,36 €
Referências pertencentes G-1041 (35x70) Rect.	un	10,91	27,44 €	299,38 €
Referências pertencentes G-1017 (45x45) Ñ Rec	m ²	4,83	15,68 €	75,74 €
Land Grey G-1028 (60x60)	m ²	11,66	21,07 €	245,67 €
Estuque em teto (1,5 cm)	m ²	60	22,62 €	1.357,20 €
Cobertura plana, não acessível sem ventilação	m ²	61	51,13 €	3.118,93 €
Capeamento metálico, chapa galvanizada	m	41	23,73 €	972,93 €
Pavimento laminado	m ²	38	22,44 €	852,72 €
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	24,25	4,37 €	105,97 €
Perfil para juntas	m	2	7,49 €	14,98 €
Com. Porta-aro com ferragem incluída	un	2	186,09 €	372,18 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	1	48,29 €	48,29 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	1	60,65 €	60,65 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	1	28,20 €	28,20 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	45,86 €	45,86 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Lavatório CUBIC 60 (60x34,5) (CCLV3E)	un	1	141,25 €	141,25 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	30,94 €	30,94 €
Válvula clic-clac p/ lavatório	un	2	7,94 €	15,88 €
Torneira SILK lavatório (14x11,7)(TSKL0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	56,01 €	56,01 €
Torneira SILK banheira (TSKB0001M0)	un	1	90,64 €	90,64 €
Móvel WC 44,5 Branco	un	1	205,80 €	205,80 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Armário roupeiro com porta de abrir (180x240)	un	2	938,00 €	1.876,00 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	2.452,80 €	2.452,80 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m ²	3,04	312,20 €	949,09 €
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m ²	6,27	23,10 €	144,84 €
Furo p/tampo de lava-louça (quad./rect.)	m ²	1	30,80 €	30,80 €
Furo para tampo de misturadora	m ²	1	11,20 €	11,20 €
Lava Louça Classic 1 1/2 C1E	un	1	201,67 €	201,67 €
Misturadora cano alto IN995 Teka	un	1	66,64 €	66,64 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m	10,1	21,08 €	212,91 €
Parapeito janelas	m	3,25	21,08 €	68,51 €
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1875x2400	un	1	1.482,60 €	1.482,60 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	1.330,00 €	2.660,00 €
Janela basculante 1800x665	un	1	312,20 €	312,20 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x665	un	1	152,60 €	152,60 €
Janela basculante 3000x665	un	1	455,00 €	455,00 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1950x2400	un	1	667,84 €	667,84 €
Inst. de Redes de: Água, Esgotos, ITED, Gás, Elétrica	un	87,07	58,80 €	5.119,72 €
PREÇO FINAL s/IVA	48.110,49 €			
LUCRO	4.811,05 €			
PREÇO FINAL s/IVA	56.842,54 €			
PREÇO FINAL c/IVA	69.916,33 €			

Tabela 20. Orçamento do modelo T3 - construção tradicional

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Projeto de arquitetura	un	1	2.952,67 €	2.952,67 €
Projeto de especialidades	un	1	2.952,67 €	2.952,67 €
Escavação de valas e caboucos	m ³	207	21,19 €	4.386,33 €
Laje aligeirada c/ abobadilha cerâmica piso (vigota dupla)	m ²	44	49,78 €	2.190,32 €
Laje aligeirada com abobadilha cerâmica piso	m ²	62	44,39 €	2.752,18 €
Laje térrea ventilada (30 cm)	m ²	106	31,39 €	3.327,34 €
Laje maciça em consola	m ²	11,8	60,79 €	717,32 €
Sapatas de fundação C25/30	m ³	5,8	115,59 €	670,42 €
Vigas entre sapatas C25/30 lintel	m ³	6,1	110,37 €	673,26 €
Pilaretes de fundação com cofragem	m ³	0,68	194,36 €	132,16 €
cofragem metálica para vigas lintel	m ²	40,6	13,62 €	552,97 €
cofragem metálica para sapatas	m ²	23,7	14,45 €	342,47 €
Betão para pilares C25/30 com armadura e cofragem	m ³	2,3	613,14 €	1.410,22 €
Betão para vigas C25/30 com armadura e cofragem	m ³	11,4	289,85 €	3.304,29 €
Betão de limpeza C12/15	m ²	207	7,94 €	1.643,58 €
Paramento exterior de bloco térmico (20cm)	m ²	117	24,80 €	2.901,60 €
Sistema ETICS, weber cemarska c/ revestimento acrílico	m ²	175	57,36 €	10.038,00 €
Reboco liso para acabamento interior	m ²	117	10,70 €	1.251,90 €
Pintura a tinta plástica exterior	m ²	111	6,68 €	741,48 €
Paramento interior divisório em alvenaria (11 cm)	m ²	55,5	8,93 €	495,62 €
Reboco liso para acabamento interior	m ²	111	10,70 €	1.187,70 €
Pintura a tinta plástica interior	m ²	111	8,24 €	914,64 €
Ref. pertencentes G-1012 (22,5x45)Ñ retificado (WC)	m ²	37,4	13,57 €	507,64 €
Ref. pertencentes G-1043 (35x70)Retificado	m ²	10,5	28,15 €	295,58 €
Ref. pertencentes G-1017 (45x45)Ñ retificado (WC piso)	m ²	8,9	16,09 €	143,17 €
Land Grey G-1028 (60x60) Ñ retificado (Cozinha piso)	m ²	16,72	21,62 €	361,42 €
Estuque em teto (1,5 cm)	m ²	105	25,14 €	2.639,70 €
Cobertura plana, não acessível sem ventilação	m ²	107	51,24 €	5.482,68 €
Capeamento metálico, chapa galvanizada	m	63	23,80 €	1.499,40 €
Pavimento laminado	m2	52	22,42 €	1.165,84 €
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	46	4,36 €	200,56 €
Perfil para juntas	m	6	7,47 €	44,82 €
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	un	5	185,92 €	929,60 €
Porta interior de correr	un	1	210,83 €	210,83 €
Caixilho metálico para porta de correr	un	1	312,54 €	312,54 €
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	un	2	49,53 €	99,06 €
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	un	2	62,22 €	124,44 €
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	un	2	28,93 €	57,86 €
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	un	1	47,05 €	47,05 €
Lavatório CITY 48 (480x480) (CTLV1)	un	2	99,48 €	198,96 €
Base chuveiro (1600x700x35) Mod LAGO B160703S	un	1	196,49 €	196,49 €
Banheira CUBIC (150x70) B70BI	un	1	114,62 €	114,62 €
Estrutura Banho CUBIC (150x70) KEMCB15070 ZNC	un	1	48,26 €	48,26 €
Painel Frontal CUBIC (150x50) B150SCB	un	1	87,60 €	87,60 €
Válvula clic-clac para banheira	un	1	31,74 €	31,74 €

Descrição	Unid.	Qtd	Preço Unit.	Preço
Válvula para base de chuveiro	un	1	19,00 €	19,00 €
Válvula clic-clac para lavatório	un	3	6,98 €	20,94 €
Móvel WC lacado branco (58x55x34,5)	un	1	172,36 €	172,36 €
Rampa sem Chuveiro CROMO (OLI)	un	1	34,54 €	34,54 €
Torneira SILK lavatório (14x11,7) (TSKL1601M0)	un	2	104,06 €	208,12 €
Torneira SILK Bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	un	1	57,47 €	57,47 €
Torneira SILK Banheira (TSKB0001M0)	un	1	88,68 €	88,68 €
Torneira SILK Chuveiro (TSKD0001M0)	un	1	80,53 €	80,53 €
Armário roupeiro com porta de abrir (240x240)	un	3	1.249,60 €	3.748,80 €
Armário roupeiro com porta de abrir (300x240)	un	1	1.666,14 €	1.666,14 €
Cozinha em estratificado à cor	un	1	1.146,19 €	1.146,19 €
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m ²	2,41	320,30 €	771,92 €
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m ²	5,22	23,70 €	123,71 €
Furo p/ Tampo de lava-louça (quad./ret.)	m ²	1	31,60 €	31,60 €
Furo para tampa de misturadora	m ²	1	11,49 €	11,49 €
Lava-louça Universo (1C1E 79)	un	1	136,45 €	136,45 €
Misturadora cano alyo IN995 TEKA	un	1	68,37 €	68,37 €
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabadas	m	17,4	21,06	366,44 €
Parapeito janelas	m	3,7	21,06	77,92 €
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1950x2400	un	1	1.521,07 €	1.521,07 €
Porta 2 folhas PVC branco/anod. prata 1950x2400	un	1	854,61 €	854,61 €
Janela de correr 2 folhas 3000x2400	un	2	1.220,88 €	2.441,75 €
Janela basculante 1950x665	un	1	311,68 €	311,68 €
Janela basculante 1800x665	un	1	320,30 €	320,30 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1950x2400	un	1	629,10 €	629,10 €
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1800x2400	un	1	584,58 €	584,58 €
Janela oscilo-batente 1 folha 1050x2400	un	1	420,84 €	420,84 €
Sacada fixa PVC branca/anod. prata 1350x2400	un	2	289,87 €	579,73 €
Inst. de Redes de: Água, Esgotos, ITED, Gás, Elétrica	un	120,82	60,33 €	7.288,54 €
PREÇO FINAL s/IVA	78.216,54 €			
LUCRO (10%)	7.821,65 €			
PREÇO FINAL s/IVA	91.943,54 €			
PREÇO FINAL c/IVA	113.090,55 €			